



Universidad
Tecnológica
del Perú

Facultad de Ingeniería
Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera

Tesis:

**“Disminución del nivel de ruido de compresoras de aire
industriales mediante la implementación de cabinas
antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO
S.A.C.”**

**ALEXIS JESUS ALFARO CONDORI
DAVID SANTOS CHULLO QUISPE**

Para obtener el Título Profesional de:
Ingeniero de Seguridad Industrial y Minera

Asesor:

M Sc. Daysy Yanina Cabrera Chocata

Arequipa – Perú

2022

“Disminución del nivel de ruido de compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C.”

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1%

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la vida por permitirme cumplir mis objetivos y metas y a Dios por darme la vida para llegar a donde estoy hoy en día. Este trabajo podrá tener mi nombre en el título, pero le pertenece a todos los que me apoyaron y me motivaron a seguir adelante, a todos ellos les agradezco y los recuerdo en cada triunfo de mi trayectoria.

Alexis Jesus Alfaro Condori

Doy profundamente las gracias a Dios por esta etapa tan maravillosa que me está tocando vivir, agradezco también por la buena salud de mis padres y que aún están conmigo y así puedan verme crecer profesionalmente y así poder ayudarlos.

A mi hermana Antonia Lidia agradecerle por estos 5 años de apoyo incondicional y a nuestra querida asesora por el apoyo no solo con el proyecto de tesis si no también con las palabras de aliento durante este trayecto anual.

David Santos Chullo Quispe

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va lo dedico a mi familia, colegas y amigos, especialmente a mi querida madre Rosa Nieves Condori de Alfaro que día a día me motivo e impulso a ser una mejor versión de mí mismo, a mi padre y hermanos que me brindaron su apoyo incondicional, a mis colegas que aportaron a mi formación con su experiencia y conocimientos y a mis amigos que con su elocuencia me ayudan a seguir adelante día a día.

Alexis Jesús Alfaro Condori

En este trabajo de investigación va dedicado a mis padres Santos y Elena que me apoyan a crecer día a día y me enseñan con valores a no darme por vencido en todo lo que me propongo.

A mis hermanos mayores Miguel Angel, Liliana, Lidia, Miguel, Mirian y en especial a mi hermano Roger Marcos por esa promesa que juramos hace más de 5 años y que el día de hoy podremos decir que no fue fácil, pero lo conseguimos, culminando la primera escalera de las muchas que tenemos en mente.

David Santos Chullo Quispe

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se tiene por objetivo disminuir el nivel de ruido que generan las compresoras de aire industrial, mediante la implementación de cabinas antiruido con materiales absorbentes.

Como primer punto se realizó un monitoreo de ruido antes de la implementación de las cabinas antiruido para la recolección de datos y el obtener el nivel de ruido que generan las compresoras de aire utilizando tomando como referencia los TLV "Valor límite tolerable" según estipulado en la RM 375-2008-TR " Norma básica de ergonomía y evaluación de riesgos disergonómicos" y la NTP-ISO 9612:2010 "Determinación de la exposición de ruido laboral" dando como resultado el nivel de presión sonora de 88.75 dB sobrepasando el valor límite tolerable estipulado en la RM 375-2008-TR.

Para el modelo de la implementación de las cabinas antiruido se utilizó como material absorbente principal la lana de vidrio ya que por sus propiedades físicas mitiga el ruido. En la selección del material se realizó comparaciones con otros tres materiales que según fichas técnicas no presentan tan buenos resultados como la lana de vidrio, seguidamente se usó materiales complementarios para la estructura de las cabinas, así mismo debido a sus características físicas de estos materiales ayudan a la resistencia al fuego y altas temperaturas, estos materiales fueron las placas de fibrocemento y planchas de triplay para la cobertura exterior.

Definido el material absorbente, se realizó el diseño de las cabinas antiruido la cual presentan diferentes medidas debido a que las maquinarias compresoras de aire son de diferente medida, una vez desarrollados los planos de las cabinas antiruido se revisaron y se aprobaron por un ingeniero industrial.

Después de implementar las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire industrial se realizó un segundo monitoreo de ruido con el objetivo de verificar la reducción de decibelios de las maquinas compresoras de aire industrial, el resultado después de la implementación de las cabinas llego a ser de 74.54 dB, estando por debajo del TLV “valor límite tolerable” haciendo una reducción de 14.21 dB.

Palabras clave

Material absorbente, cabinas antiruido, ruido, medición ruido, TLV

ABSTRACT

The following research work aims to reduce the noise levels generated by air compression machines, through the implementation of noise-absorbing booths with noise-absorbing materials.

As a first point, the first noise monitoring was carried out to collect data on the exposed noise level that is generated when using the air compression machines, using as a reference the TLV "Tolerable limit value" as stipulated in RM 375-2008. -TR "Basic standard of ergonomics and dysergonomic risk assessment" and the NTP-ISO 9612:2010 "Determination of occupational noise exposure" resulting in a sound pressure level equivalent to 88.75 dB for which this represents a very high value. high exceeding the tolerable limit value stipulated in RM 375-2008-TR.

For the model of the implementation of anti-noise booths, its main structure is glass wool, which fulfills the function of reducing noise through its physical properties that are highly noise-reducing. In the selection of the material, comparisons were made with three other materials that, according to technical data sheets, do not present as good results as glass wool, likewise the structure was complemented with two other materials that, due to their physical structure, helped to resist fire or high temperatures that would be the (fiber cement plate) and resistance to blows or shocks the (plywood plate).

Once the absorbent material was finished, the design of the anti-noise booths was carried out, which have different measurements due to the fact that the air compression machines are of different sizes. Once the measurements were concluded, the plane of the noise-proof booths was approved and validated by an industrial engineer.

After implementing the anti-noise booths for the industrial air compression machines, a second noise monitoring was carried out with the objective of verifying the decibel reduction of the industrial air compression machines, for which it was indicated that the noise level after the implementation It reached 74.54 dB, being below the TLV "tolerable limit value" making a reduction of 14.21 dB.

Key Words

Absorbent material, engineering controls, noise, ergonomic agents, noise measurement, TLV

INDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	vi
INDICE	viii
INDICE DE ANEXOS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE GRAFICOS	xv
INTRODUCCION.....	xvi
CAPITULO 1.....	1
GENERALIDADES	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.1.1. Pregunta Principal de Investigación.....	3
1.1.2. Preguntas Secundarias de Investigación.....	3
1.2. Objetivos de la investigación	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Hipótesis	4
1.4. Justificación	4
1.4.1. Social	4
1.4.2. Legal	5
1.4.3. Ambiental	5
1.4.4. Tecnológica	5
1.5. Delimitación de la Investigación	6
1.5.1. Delimitación Espacial.....	6
1.5.2. Delimitación Temporal	6
1.5.3. Delimitación Social	6
1.6. Alcance y Limitaciones.....	6
1.6.1. Alcance.....	6
1.6.2. Limitaciones	6
CAPITULO 2.....	7
FUNDAMENTACION TEORICA	7
2.1. Marco Legal	7
2.2. Marco Teórico	8
2.2.1. Sonido	8
2.2.2. Las Ondas de Sonido	8
2.2.2.1. Componentes de la Onda Sonora	8
2.2.2.1.1. Amplitud (A).....	8
2.2.2.1.2. Frecuencia (F).....	8
2.2.2.1.3. Longitud (λ)	9
2.2.3. Mecanismo de Audición.....	9
2.2.4. Ponderaciones Frecuenciales utilizadas	9
2.2.4.1. Ponderación Frecuencial A	10
2.2.4.2. Ponderación Frecuencial B	10
2.2.4.3. Ponderación Frecuencial C	11
2.2.5. Rango de Audición Humano	11
2.2.6. Ruido.....	11
2.2.6.1. Caracterización del ruido.....	11

2.2.6.2.	Tipos de Ruido.....	11
2.2.7.	Condiciones Ambientales de Trabajo.....	12
2.2.7.1.	Niveles de Ruido.....	12
2.2.8.	Factores de influencia de Ruido.....	12
2.2.9.	Efectos del Ruido sobre la Audición.....	14
2.2.9.1.	Pérdida de la audición.....	14
2.2.9.2.	¿Qué sonidos y que intensidad afectan a la audición?.....	14
2.2.9.3.	Efectos del Ruido Sobre el Organismo.....	14
2.2.9.3.1.	Alteraciones Cardiovasculares.....	14
2.2.9.3.2.	Alteraciones Hormonales.....	15
2.2.9.3.3.	Alteraciones Respiratorias.....	15
2.2.9.3.4.	Alteraciones de Sueño.....	15
2.2.9.3.5.	Otras Alteraciones.....	15
2.2.10.	Enfermedad Ocupacional.....	15
2.2.11.	Hipoacusia o Sordera provocada por ruido.....	16
2.2.12.	Jerarquía de Controles.....	16
2.2.12.1.	Eliminación y Sustitución.....	16
2.2.12.2.	Control de Ingeniería.....	17
2.2.12.3.	Controles Administrativos y EPP.....	17
2.2.13.	Control de Ruido.....	17
2.2.13.1.	Ruido de la Fuente.....	17
2.2.13.2.	Ruido del Ambiente Laboral.....	17
2.2.13.3.	Protección Personal.....	18
2.2.14.	Instrumentos para el monitoreo.....	18
2.2.15.	Metodología para la Medición.....	19
2.2.16.	Selección de las Estrategias de Medición.....	20
2.2.16.1.	Estrategias de Medición.....	20
2.2.17.	Aislamiento Acústico.....	20
2.2.17.1.	Definición.....	20
2.2.17.2.	Formas de transmisión del ruido en las estructuras.....	20
2.2.18.	Método de Cerramiento Hermético con Material Absorbente.....	21
2.2.19.	Cerramiento y Cabinas Acústicas.....	21
2.2.20.	Materiales absorbentes de ruido.....	22
2.2.20.1.	Tipos de materiales Absorbentes.....	22
2.2.20.1.1.	De origen natural.....	22
2.2.20.1.2.	Materiales sintéticos.....	22
2.2.20.2.	Propiedades Físicas.....	22
2.2.20.2.1.	Coeficiente de Absorción.....	22
2.2.20.2.2.	Coeficiente de Absorción Acústica Equivalente NRC.....	23
2.2.20.2.3.	Resistencia Térmica.....	23
2.2.20.2.4.	Conductividad Térmica.....	23
2.2.20.2.5.	Reacción ante el fuego.....	23
2.2.21.	Materiales Absorbentes de ruido.....	23
2.2.21.1.	Espuma Acústica de Poliuretano.....	23
2.2.21.2.	Filtro Textil.....	24
2.2.21.3.	Lana de roca.....	24
2.2.21.4.	Lana de Vidrio.....	24
2.2.21.5.	Materiales Complementarios.....	24
2.2.21.5.1.	Placa de Fibrocemento.....	24
2.2.21.5.2.	Placa de Triplay.....	25
2.2.22.	La industria metalmecánica.....	26
2.2.22.1.	Metalurgia.....	27
2.2.22.2.	Siderurgia.....	27
2.2.22.3.	Pintado de piezas.....	27

2.2.22.4. Compresor de aire industrial	27
2.3. Definiciones	28
CAPITULO 3.....	29
ESTADOS DEL ARTE	29
CAPITULO 4.....	43
METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
4.1. Metodología de la Investigación	43
4.1.1. Método de la investigación	43
4.1.2. Diseño de la investigación	44
4.1.3. Tipo de investigación	46
4.1.4. Nivel de Investigación.....	46
4.1.5. Unidad de Análisis.....	47
4.2. Descripción de la Investigación	47
4.2.1. Estudio de caso sobre campo y línea de investigación	47
4.2.2. Población.....	48
4.2.3. Muestra	48
4.2.4. Técnicas e Instrumentos de la investigación.....	48
4.3. Operacionalización de variables.....	51
CAPITULO 5.....	52
DESARROLLO DE LA TESIS.....	52
5.1. Descripción de la empresa	52
5.1.1. Organigrama.....	52
5.1.2. Mapa de Procesos – Empresa Metalmecánica	58
5.1.3. Descripción de las actividades.....	59
5.1.3.1. Pedido.....	59
5.1.3.2. Diseño y planificación	59
5.1.3.3. Arenado	60
5.1.3.4. Corte.....	60
5.1.3.5. Esmerilado.....	61
5.1.3.6. Soldadura	61
5.1.3.7. Limado.....	61
5.1.3.8. Pintado.....	62
5.1.3.9. Secado.....	63
5.1.3.10. Empaquetado.....	63
5.1.3.11. Almacenamiento	64
5.1.3.12. Traslado.....	64
5.1.3.13. Entrega/Facturación.....	64
5.1.3.14. DOP de Procesos de la empresa Metalmecánica ByB Murillo.....	65
5.2. Determinación del nivel de ruido de las compresoras de aire industriales en el taller a través de un monitoreo de ruido antes de la implementación de las cabinas antiruido	66
5.2.1. Punto de Monitoreo	66
5.2.2. Instrumentos de medición.....	67
5.2.3. Resultados del monitoreo para determinar el nivel de ruido que generan las compresoras.....	68
5.3. Evaluación del tipo de material absorbente más apropiado de acuerdo a sus propiedades físicas y características para reducir los niveles de ruido	71
5.3.1. Propiedades de los Materiales Absorbentes.....	74
5.3.1.1. Coeficiente de absorción acústica.....	75
5.3.1.2. Coeficiente de absorción acústica equivalente NRC	76
5.3.1.3. Resistencia Térmica m ² K/W	77

5.3.1.4.	Conductividad térmica W/mK.....	78
5.3.1.5.	Reacción ante el fuego	79
5.3.2.	Comparación de Materiales Absorbentes.....	80
5.4.	Diseño e implementación de las cabinas antiruido para las compresoras de aire industriales en el taller de metalmecánica	81
5.4.1.	Modelamiento de motores industriales.....	81
5.4.2.	Diseño de cabinas antiruido para compresoras de aire industriales.....	86
5.4.3.	Ensamblaje e Implementación de las cabinas antiruido para las compresoras de aire industriales número 1 y número 2.....	90
5.4.4.	DAP de proceso de fabricación de las cabinas antiruido	94
5.4.5.	Presupuesto de la implementación de las cabinas antiruido.....	97
5.5.	Reevaluación para verificar la reducción del nivel de ruido después de la implementación de las cabinas antiruido	98
5.5.1.	Punto de monitoreo después de la implementación de la cabina antiruido	98
5.5.2.	Instrumento de monitoreo después de la implementación de cabinas antiruido	99
5.5.3.	Resultados del monitoreo para determinar el nivel de ruido que generan las compresoras después de la implementación de las cabinas antiruido.....	100
CAPITULO 6.....		104
RESULTADOS E INTERPRETACION.....		104
6.1.	Determinar el nivel de ruido que generan las compresoras de aire industriales en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C a través de monitoreo de ruido.	104
6.2.	Evaluar el tipo de material absorbente más apropiado de acuerdo a sus características físicas para disminuir los niveles de ruido.....	106
6.2.1.	Evaluación e interpretación de los resultados coeficiente de absorción acústica α_s	106
6.2.1.1.	Espuma acústica de poliuretano	106
6.2.1.2.	Filtro textil.....	107
6.2.1.3.	Lana de roca	108
6.2.1.4.	Lana de vidrio	109
6.2.2.	Evaluación e interpretación de los resultados del coeficiente de absorción acústica equivalente α_w NRC.....	110
6.2.3.	Evaluación e interpretación de resultados de las propiedades físicas.....	111
6.2.3.1.	Resistencia Térmica.....	111
6.2.3.2.	Conductividad Térmica	112
6.2.3.3.	Comparación de todas las propiedades físicas de los materiales absorbentes	113
6.3.	Resultados de la evaluación del nivel de ruido después de la implementación de las cabinas antiruido.....	115
6.3.1.	Resultados después de implementar las cabinas antiruido.....	115
6.3.2.	Comparación de los niveles de reducción de la medición antes y después de la implementación	117
CONCLUSIONES		121
RECOMENDACIONES		123
ANEXOS.....		124
BIBLIOGRAFIA.....		179

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 INFORME DE MONITOREO DE RUIDO ANTES DE IMPLEMENTAR CABINAS ANTIRUIDO	124
ANEXO 2 FICHAS TECNICAS	144
FICHA TECNICA DE ESPUMA ACUSTICA DE POLIURETANO.....	144
FICHA TECNICA DE FIELTRO TEXTIL.....	145
FICHA TECNICA DE LANA DE ROCA	153
FICHA TECNICA DE LANA DE VIDRIO	155
ANEXO 3 PLANOS DE MOTORES	157
ANEXO 4 PLANOS DE CABINAS ANTIRUIDO	159
ANEXO 5 INFORME DE MONITOREO DE RUIDO DESPUES DE IMPLEMENTACION DE CABINAS ANTIRUIDO	161

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Sonómetro	18
Fig. 2 Dosímetro	19
Fig. 3 Reducción de niveles de ruido mediante el cerramiento hermético	21
Fig. 4 Placas de Fibrocemento	25
Fig. 5 Placas de Triplay	26
Fig. 6 Relación de variables independiente y dependiente	44
Fig. 7 Vista general del trabajo de investigación	47
Fig. 16 Organigrama de B&B Murillo	57
Fig. 17 Mapa de procesos de ByB Murillo	58
Fig. 10 Diagrama de Flujo de Pedido	59
Fig. 11 Arenado	60
Fig. 12 Corte	60
Fig. 13 Esmerilado	61
Fig. 14 Limado	62
Fig. 15 Pintado	62
Fig. 16 Pintado	63
Fig. 17 Secado	63
Fig. 18 Empaquetado	64
Fig. 19 Entrega/Facturación	64
Fig. 20 Vista de satélite de la empresa B&B Murillo	66
Fig. 21 Sonómetro Larson LXT-1	67
Fig. 22 Diagrama de flujo del monitoreo de la determinación del nivel de ruido	68
Fig. 23 Monitoreo de ruido ocupacional en área de pintado antes de la implementación de cabinas antiruido	71
Fig. 24 Espuma Acústica Tipo Sierra	72
Fig. 25 Filtro Textil	73
Fig. 26 Lana de Roca	73
Fig. 27 Lana de Vidrio	74
Fig. 28 Vista Isométrica de compresora de aire N 1	82
Fig. 29 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Compresora de aire N 1	83
Fig. 30 Vista Isométrica de Compresora de Aire Industrial N 2	84
Fig. 31 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Compresora de aire N 2	85
Fig. 32 Vista Isométrica de Cabina antiruido para compresora de aire N 1	86
Fig. 33 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Cabina antiruido para compresora de aire N 1	87
Fig. 34 Vista Isométrica de Cabina antiruido para compresora de aire N 2	88
Fig. 35 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Cabina antiruido para compresora de aire N 2	88
Fig. 36 Estructura de Cabina Antiruido N 1	91
Fig. 37 Estructura de Cabina Antiruido N 2	91
Fig. 38 Instalación de Placa de Fibrocemento y Lana de Vidrio	92
Fig. 39 Instalación de placas de triplay (cobertura exterior)	93
Fig. 40 Pintado de Cabinas Antiruido	94
Fig. 41 Instalación de cabinas antiruido	98
Fig. 42 Ubicación de la empresa	99
Fig. 43 Sonómetro Larson LXT-1	100
Fig. 44 Sonómetro utilizado para la medición	101
Fig. 51 Segundo monitoreo de ruido ocupacional en área de pintado después de la implementación de cabinas antiruido	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de Ruido en dB de acuerdo al tiempo de Exposición.....	12
Tabla 2 Especificaciones Técnicas de la placa de fibrocemento	25
Tabla 3 Ficha técnica del Triplay	26
Tabla 4 Nivel de ruido de acuerdo al tiempo de exposición.....	49
Tabla 5 Operacionalización de las variables	51
Tabla 6 DOP de Procesos de la empresa Metalmecánica ByB Murillo	65
Tabla 7 Descripción del punto de medición.....	66
Tabla 8 Descripción del equipo utilizado para la medición de ruido	67
Tabla 9 Resultados del monitoreo de ruido del área de pintado antes de la implementación de las cabinas antiruido	69
Tabla 10 Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR.....	69
Tabla 11 Materiales Absorbentes que se evaluaron	72
Tabla 12 Propiedades físicas de materiales absorbentes	74
Tabla 13 Cuadro Comparativo de Coeficiente de Absorción Acústica de Materiales Absorbentes	75
Tabla 14 Coeficiente de absorción acústica equivalente de materiales absorbentes	77
Tabla 15 Resistencia térmica de materiales absorbentes	77
Tabla 16 Conductividad térmica de materiales absorbentes	78
Tabla 17 Reacción al Fuego de Materiales absorbentes.....	79
Tabla 18 Comparación de Propiedades de Materiales Absorbentes	80
Tabla 19 Materiales para el ensamblaje de cabinas antiruido	90
Tabla 20 DAP del proceso de fabricación de cabinas antiruido.....	95
Tabla 21 Presupuesto de Implementación de cabinas antiruido	97
Tabla 22 Descripción del punto de medición después de la implementación de las cabinas antiruido.....	99
Tabla 23 Descripción del equipo utilizado para la medición de ruido	100
Tabla 24 Resultados del segundo monitoreo de ruido ocupacional del área de pintado después de la implementación de las cabinas antiruido.....	101
Tabla 25 Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR después de la implementación de las cabinas antiruido	102
Tabla 26 Resultados de muestreo antes de la implementación de las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire.	104
Tabla 27 Coeficiente de absorción equivalente NRC	110
Tabla 28 Resultados de muestreo después de implementar las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire.....	115
Tabla 29 Resultados y evaluación de los muestreos antes y después de la implementación de las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire.	118

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.....	70
Gráfico 2 Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.....	102
Gráfico 3 Nivel del ruido de las maquinas compresoras de aire	105
Gráfico 4 Nivel de presión sonora equivalente leq TWA dB (A) antes de la implementación de las cabinas antiruido y su comparación con el valor límite tolerable según normativa la RM 375-2008 TR.	105
Gráfico 5 Valores del coeficiente de absorción acústica – espuma acústica de poliuretano	106
Gráfico 6 Valores del coeficiente de absorción acústica – fieltro textil.....	107
Gráfico 7 Valores del coeficiente de absorción acústica – lana de roca	108
Gráfico 8 Valores del coeficiente de absorción acústica – lana de vidrio.....	109
Gráfico 9 Interpretación del resultado del coeficiente de absorción acústica equivalente al material.....	110
Gráfico 10 Resistencia térmica del material absorbente	111
Gráfico 11 Conductividad térmica del material absorbente	112
Gráfico 12 Comparación de propiedades físicas de los materiales absorbentes.....	113
Gráfico 13 Comparación de propiedades físicas de los materiales absorbentes.....	116
Gráfico 14 Nivel de presión sonora equivalente leq TWA dB (A) después de la implementación de las cabinas antiruido y su comparación con el valor límite tolerable según normativa la RM 375-2008 TR.	117
Gráfico 15 Nivel del ruido antes y después de la implementación de las maquinas compresoras de aire.	119
Gráfico 16 Evaluación del TWA dB (A) antes y después de la implementación de las cabinas antiruido.....	120

INTRODUCCION

El ruido esta categorizado como uno de los agentes físicos más perjudiciales y peligrosos para las personas al momento de realizar sus labores cotidianas y aún más cuando el ruido llega a sobrepasar los TLV “valor límite tolerable” para un horario de 8 horas de trabajo estipulado en la RM 375-2008-TR. En esta empresa no se ha realizado ningún monitoreo, por ende, no se ha implementado ninguna medida de control y consecuentemente este peligro sin control estaría causando una enfermedad profesional llamada hipoacusia, a lo largo del tiempo las empresas optan por implementar medidas para el control de riesgos y con esto el nivel de ruido de una maquina o equipo disminuya ya sea eliminándolo, sustituyéndolo o realizando controles de ingeniería, administrativos o el uso de EPP’s.

Es por esto que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo disminuir el ruido por debajo del valor límite tolerable mediante un control de ingeniería, implementando así las cabinas antiruido con el mejor material absorbente para ruido.

Puesto que las actividades diarias de la empresa B&B Murillo metalmecánica presenta mucha demanda de piezas metálicas para la minería es que se hacen uso de las maquinas compresoras de aire industrial para los procesos de limpieza y pintado de tres capas siendo esto la fuente principal generadora de ruido.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del Problema

A nivel mundial, conforme a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la hipoacusia se sitúa en el tercer lugar entre las patologías que generan una discapacidad [1]. La OMS considera que alrededor de 360 millones de personas viven con problemas auditivos los cuales generan una discapacidad siendo 183 millones (56%) hombres y 145 millones (44%) mujeres. El cual representa alrededor del 5.3 % de la población global [2]

La magnitud del sonido se cuantifica en decibelios (dB). El valor va desde el sonido apenas apreciable el cual el oído puede percibir, quiere decir que, de 0 dB hasta sobrepasar los 180 dB, que es similar al ruido hace un cohete al despegar. El umbral de nocividad de ruido en está ubicado entre 85 y 90 dBA, si se presenta ruidos mayores a 90 dBA este va ser lesivo para cualquier persona. En las áreas de trabajo es considerado peligroso estar de manera permanente en ambientes ruidosos que superen los 80 dBA ya que si llega a superar se tendría que tomar medidas preventivas antes de ingresar [3] no obstante, existen máquinas industriales que pueden sobrepasar los 100 dB, esto sumado al tiempo de exposición, ocasiona graves problemas de salud en los trabajadores lo que representa menor rendimiento laboral, pérdida de horas de trabajo y consecuentes pérdidas económicas para la empresa. El

decrecimiento de audición suscitada por la exposición a ruidos recreativos [4] y ocupacionales resulta en una discapacidad devastadora que es prácticamente 100 por ciento prevenible.

En México [5] demostró que en una empresa de metalmecánica con 164 trabajadores con una media de edad de 35.93 (\pm 7.8 años) que el 25.01% de trabajadores están expuestos a ruidos la cual presentan reducción auditiva leve en cualquiera de sus oídos, la disminución auditiva moderada presenta el 12.81% de los trabajadores, la reducción auditiva severa representa el 8.54% de los trabajadores y la reducción auditiva profunda la presenta solo un trabajador por lo que un en total representan el 0.61% del total de trabajadores.

En Ecuador se evidencio que en la empresa Metal mecánica S.A. el trauma acústico leve tuvo una prevalencia de 51.6%, el trauma acústico desarrollado o severo presento una prevalencia de 12.9%, además, el total de trabajadores con Hipoacusia Inducida por Ruido (HIR) tuvieron el antecedente de trabajar en otros puestos de trabajo dentro de la misma empresa [6], esto sugiere que la exposición al ruido que fue una de las principales causas para adquirir HIR se originó dentro de la empresa Metal Mecánica S.A.

En la empresa J y F Metalmecánica ubicada en Lima, Perú el nivel de ruido al cual están expuestos el personal de trabajo debido a la naturaleza propia de la industria metalmecánica superan los LMP, después de las mediciones de niveles de ruido se concluyó que los trabajadores están en constante exposición a altos niveles de ruido originados por equipos de trabajo, lo cual afecta la integridad de los trabajadores [7].

En una Metalmecánica en Talara, Piura en el periodo 2015-2018 de un total de 1543 trabajadores, cuya media de edad fue de 36.7 años se concluyó que el 10.7% de personal presentaba hipoacusia debido a ruido. [8]

En Arequipa la industria que está enfocada a la fabricación de tuberías de PVC llamada Plastisur S.A.C. cuenta con maquinaria para los diversos procesos que maneja, esta

maquinaria genera ruido, centrándonos en el área de molino que es en donde los niveles de ruido a simple vista sobrepasan los LMP, se propuso el implementar un prototipo inspirado en el método de doble cerramiento hermético. [9]

Es así que también en la empresa ByB Murillo la cual está orientada al sector metalmecánica, ubicada en Arequipa en su cede de Cerro Colorado cuenta con equipos y maquinarias que son usados habitualmente en la industria metalmecánica, no obstante, se puede identificar rápidamente dos equipos que generan ruido excesivo los cuales son dos compresoras de aire industriales para lo cual el trabajo de investigación busca disminuir el nivel de ruido de las compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de la empresa B&B Murillo.

1.1.1.Pregunta Principal de Investigación

¿Mediante la implementación de cabinas antiruido se disminuirá el nivel de ruido de las compresoras de aire industriales en el taller de la empresa metalmecánica de B&B Murillo?

1.1.2.Preguntas Secundarias de Investigación

- ¿Cuál es el nivel de ruido que generan las compresoras de aire industriales en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C?
- ¿Qué tipo de material se debe usar para las cabinas antiruido?
- ¿Cómo se disminuirá el nivel de ruido en las compresoras de aire industriales?
- ¿Cuál es la cantidad de ruido que generan las compresoras de aire industrial después de la implementación de las cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

Disminuir el nivel de ruido de las compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de ruido que generan las compresoras de aire industriales en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C a través de monitoreos de ruido.
- Evaluar el tipo de material absorbente más apropiado de acuerdo a sus propiedades físicas para reducir los niveles de ruido.
- Diseñar e implementar cabinas antiruido para compresoras de aire industriales.
- Realizar una reevaluación para verificar que el nivel de ruido haya disminuido.

1.3. Hipótesis

Con la implementación de una cabina antiruido para compresoras de aire industriales en la empresa metalmecánica B&B MURILLO S.A.C será posible evidenciar la reducción de los niveles de ruido.

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Actualmente, las empresas son conscientes de las afectaciones de la salud de sus trabajadores y consecuentes pérdidas que causan la falta de un medio de prevención para evitar lesiones que afecten a la integridad de los trabajadores. Debido a esto surge la necesidad de promover una mejor calidad de vida para soslayar el deterioro de su salud como consecuencias de estar constantemente expuestos al ruido, además, la prevención asociada a la emisión de ruido que genera el uso de

compresoras industriales de aire minimiza los costos por enfermedades ocupacionales.

1.4.2. Legal

La necesidad de implementar medidas de prevención surge, también, con el afán de que la empresa cumpla con normativas que rigen a nivel nacional establecido en la ley 29783 su objetivo es promover una cultura de seguridad y para cumplir con las condiciones de trabajo establecidas en la RM 375 2008 TR – Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico asegurando la integridad del trabajador y evitar las penalidades por incumplimiento de la normativa nacional vigente.

1.4.3. Ambiental

El ruido que se presenta en el medio ambiente es la causa de varias afecciones al personal, además, muchas veces pueden repercutir en el medio externo de manera directa o indirecta. El ruido generado en el proceso de metalmecánica puede afectar en este, la mayoría de veces causando daños, debido a esto que este trabajo de investigación mitigara la dispersión del ruido originado en la fábrica hacia la periferia.

1.4.4. Tecnológica

Gestionar y darle prioridad a la mitigación de riesgos a través del control de ingeniera, representa un aporte tecnológico que favorecerá de manera estratégica a esta organización y le dará una ventaja competitiva ante otras empresas para el control y mitigación de perdidas es por esto que diseñar e implementar cabinas antiruido sirve como herramienta para cumplir lo ya antes mencionado.

1.5. Delimitación de la Investigación

1.5.1. Delimitación Espacial

La investigación se llevó a cabo en la asociación urbanizadora José Luis Bustamante y Rivero Sector II, Mz. 9' Lte. 1, distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, Perú.

1.5.2. Delimitación Temporal

El presente trabajo de investigación se realizó en los meses de agosto de 2021 hasta mayo 2022.

1.5.3. Delimitación Social

B&B Murillo es una empresa de servicios múltiple del rubro de construcción civil de edificios completos y fabricación de metalmecánica, inicio operaciones el 12 de marzo del 2004 hasta el presente. Actualmente trabaja bajo la modalidad subcontrata con cerro verde realizando estructuras metálicas como barandas rígidas, escaleras tipo anticaídas, fabricación de cuartos con container, soportes de tuberías, pintura, soldadura. A la fecha en el taller se cuenta con 15 personas de trabajo entre operarios y ayudantes.

1.6. Alcance y Limitaciones

1.6.1. Alcance

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el taller metalmecánica de B&B Murillo S.A.C, Arequipa

1.6.2. Limitaciones

El factor económico es la principal limitante del trabajo de investigación, puesto que requirió de la colaboración de la empresa para ejecutar la propuesta planteada.

CAPITULO 2

FUNDAMENTACION TEORICA

2.1. Marco Legal

- Ley N° 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (20/08/2011)
- Ley N° 30222: Ley que modifica La Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (11/07/2014)
- D.S. N° 005-2012-TR: Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (25/04/2012)
- D.S. N.º 006-2014-TR: Modificatoria del Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (09/08/2014)
- D.S. 42-F: Reglamento de Seguridad Industrial
- RM 375 2008 TR: Norma Básica de Ergonomía y Evaluación de Factores de Riesgo Disergonómico.
- Norma Técnica Peruana – NTP ISO 9612:2010. ACUSTICA. Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de ingeniería.
- NTS N.º 068-MINSA/DGP-V.1 “Norma Técnica de Salud que establece el Listado de Enfermedades Profesionales”

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Sonido

Es el movimiento ondulante transmitido a través de medios elásticos (aire, líquidos y materiales sólidos) que son captados por el oído. El sonido necesita, una fuente, un medio, de transmisión y un, receptor. Una fuente de sonido es un objeto que vibra debido a una fuente de energía externa, y un medio es una sustancia que transmite energía de sonido de un lugar a otro. [10]

2.2.2. Las Ondas de Sonido

Con origen en el movimiento de objetos que generan ondas longitudinales, cada objeto produce ondas de sonido con su movimiento y el sonido viaja por el aire. Tiene 3 cualidades que se detallan a continuación: [11]

a) Intensidad. - Característica por la cual se perciben los sonidos, pueden ser fuertes, o débiles. [11]

b) Tono. - Característica que ayuda a discernir como agudo, o grave, es proporcional a la frecuencia, a mayor frecuencia, mayor tono. Los seres humanos distinguen frecuencias desde 20 Hz hasta 20000 Hz, cabe mencionar que el intervalo dependerá y variará de acuerdo a cada individuo. [11]

c) Timbre. - Posibilita diferenciar una nota igual en distintos instrumentos. Si un clarinete y una flauta tocan la misma nota, en el mismo tono, sus timbres es lo que permite notar que son distintos. [11]

2.2.2.1. Componentes de la Onda Sonora

2.2.2.1.1. Amplitud (A)

Es la máxima distancia que alcanza la onda en una oscilación completa, se percibe como volumen [10]

2.2.2.1.2. Frecuencia (F)

Cantidad de oscilación completas que efectúa la onda sonora en un segundo [10]

2.2.2.1.3. Longitud (λ)

Es la cantidad de cambios que tiene la onda en una oscilación completa [10]

2.2.3. Mecanismo de Audición

A fin de controlar el ruido y prevenir enfermedades relacionadas con el ruido, es muy útil comprender cómo funciona el oído humano y cómo el cerebro interpreta las señales del mecanismo auditivo. Los efectos del ruido en la función auditiva pueden ocurrir de dos maneras: [10]

1. Puede causar daño permanente físico al mecanismo de audición, haciéndolo sensible a ciertos componentes del sonido. [10]

2. Puede atenuar el sonido. [10]

También se puede presentar molestias al oír sonidos, la molestia es una respuesta altamente subjetiva y desfavorable al ruido que interfiere con la actividad humana o la sensación de bienestar. [10]

El oído generalmente se divide en tres regiones: el oído externo, medio e interno. La parte externa lo constituye el pabellón auricular y el canal auditivo. La parte media de este órgano está formada por el espacio aéreo que contiene tres huesos pequeños o huesecillos auditivos. El oído interno consta de conductos llenos de líquido dentro del hueso del cráneo llamado cóclea. Algunos de estos pasajes, conocidos como canales semicirculares, están asociados con el mecanismo del equilibrio y no con la audición. [10]

2.2.4. Ponderaciones Frecuenciales utilizadas

En las mediciones acústicas, la ponderación de frecuencia se utiliza para hacer coincidir los datos, de campo, reales con lo que realmente escucha el oído. Un dB de nivel de presión sonora SPL detalla una característica física, los dB ponderados, describen el nivel de sonoridad existente. Un analizador/medidor acústico intenta acercarse a la respuesta del oído humano. [12]

Por lo tanto, han surgido ponderaciones de frecuencia, que se designan al nivel de presión sonora capturado en un medidor de nivel de sonido para igualar el espectro lineal de modo que esté cerca de la respuesta de frecuencia del oído humano, lo que permite la cuantificación de la sonoridad con el uso de estos instrumentos de medición. Dependiendo de la variación de presión sonora (SPL) que se medirá, se utilizará una u otra curva isofónica es por esto que se generan distintas ponderaciones en función a la presión sonora que se medirá. Para ponderaciones catalogadas como A se utiliza 40 fonios con una presión sonora considerada como bajo, para ponderaciones catalogadas como B se utilizan 70 fonios con una presión sonora considerada como media, para ponderaciones catalogadas como C se usan 100 fonios con una presión sonora considerada como alta, las ponderaciones A, B y C usan la curva Fletcher Munson. [12]

2.2.4.1. Ponderación Frecuencial A

Es la que se utiliza más, se utilizan para niveles de presión sonora bajos y dan como resultado los dB ponderados dB(A), dB(B), dB(C), dB(D). [12]

Generalmente se utiliza para mediciones de:

- Ruido en el ambiente
- Ruido industrial
- Ruidos, de fondo
- Distintas mediciones con el fin de saber el daño potencial ante los sonidos que vulneran la salud. [12]

2.2.4.2. Ponderación Frecuencial B

Es parecida a la A con la diferencia que se usa para niveles, intermedios. Reciben comúnmente el nombre dB (B). Se usan en mediciones para música, no obstante, está quedando obsoleto por la estandarización de la ponderación A. [12]

2.2.4.3. Ponderación Frecuencial C

Se concibió con el fin de evaluar sonidos con alto nivel de presión, las mediciones en dicha ponderación se conocen como dB(C). [12]

Comúnmente se le da uso en aislamientos acústicos con el objetivo de enfatizar en el control de frecuencias de bajo espectro. [12]

2.2.5. Rango de Audición Humano

Los seres humanos poseen un rango audible, esto significa que pueden detectar una determinada variedad de sonidos, este rango audible se encuentra supeditado a la frecuencia y la amplitud. El oído de los seres humanos tiene la capacidad de reconocer de 20 a 20000 Hz en lo que respecta a frecuencia y en amplitud desde 0 a 140 dB no obstante este órgano es sensible a frecuencias de mediano rango teniendo una menor percepción en frecuencias catalogadas como altas o bajas. [13]

2.2.6. Ruido

El ruido es un sonido no deseado que puede causar daño auditivo y provocar una pérdida auditiva prematura. [14]

2.2.6.1. Caracterización del ruido

Está compuesto por las frecuencias y la cantidad de la presión sonora, en otras palabras, es la disposición de energía en una continua banda de frecuencias, como la música, sin embargo, el ruido cambia de manera azarosa sin seguir ningún patrón. [15]

2.2.6.2. Tipos de Ruido

Se presentan diversos factores que ayudan a distinguir los ruidos, como son su frecuencia, intensidad, variación temporal, etc. [15]

El ruido se puede presentar de las siguientes formas:

- Continuo, se mantiene a través del tiempo
- Transitorio, se mantiene a través del tiempo en un determinado periodo.
- Intermitente, tiene picos de subidas que son constantes
- Fluctuante, cambios bruscos que no son constantes

- Impulsivo simple, ruido prominente que se da una vez en un intervalo de tiempo
- Impulsivo repetitivo, ruido prominente que se da varias veces en un intervalo de tiempo. [15]

2.2.7. Condiciones Ambientales de Trabajo.

Se tienen que adaptar a factores físicos y mentales de los colaboradores del centro laboral y para las características intrínsecas de la labor a realizar o se tiene previsto ejecutar. [16]

2.2.7.1. Niveles de Ruido

La Resolución Ministerial 375 [16] Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico señala que, respecto a los trabajos, se debe considerar que la exposición a ruido en un turno de trabajo será guiado con obligatoriedad de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 1 Nivel de Ruido en dB de acuerdo al tiempo de Exposición

Duración (horas)	Nivel de Ruido dB
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	31
1	34

Fuente: [16]

2.2.8. Factores de influencia de Ruido

Los niveles de molestia tienen un componente subjetivo que introduce una complejidad considerable al momento de implementar estándares de calidad en un entorno sonoro.

También se debe identificar y considerar límites de exposición en función del tiempo y la intensidad del ruido, estos límites deben asegurar un ambiente con una calidad de ruido aceptable.

Dichas molestias ocasionadas por el ruido están sujetas a varios factores

La incomodidad que surge por el ruido dependen de numerosos agentes como se puede ver a continuación: [15]

- La energía sonora: La incomodidad que genera cualquier sonido está vinculadas a la energía de este. Esta es una proporción directa, si se presenta mayor energía mayor molestia se presentará (ruido, fuerte). [17]
- Tiempo de exposición: Si se tiene ruido constante desde la fuente de emisión, la incomodidad que genera depende del tiempo que una persona este expuesto, mientras más tiempo este expuesto mayor será la incomodidad. [17]
- Características del sonido: Si se tiene un nivel de ruido uniforme y el tiempo de exposición es idéntico, la incomodidad generada por el ruido depende de otros elementos como la, frecuencia, ritmo, etc. El ruido más lascivo es el de frecuencia alta, la exposición discontinua es menos perjudicial que una constante. [17]
- El receptor: Ningún organismo es igual a otro, esto quiere decir que las personas perciben el nivel de molestia de manera distinta. En función de los agentes físicos, trayectoria, sensibilidad y formación (cultura). [17]
- La actividad del receptor: Un único sonido, supeditado a la labor del individuo que lo acoge, podría ser asimilado como una molestia o no. [17].
- Las expectativas y la calidad de vida: Está vinculado al estilo de vida, estos son relativos ya que no hay una forma exacta de evaluarlos, ya que, para algunos seres humanos los estándares de calidad ambiental son diversos. [17]

2.2.9. Efectos del Ruido sobre la Audición

2.2.9.1. Pérdida de la audición

Esta es la consecuencia más popular y la más estudiado, de acuerdo a la duración y a la intensidad se pueden apreciar:

- Trauma acústico: Se ocasiona por eventos de amplia potencia (explosiones) y tiene como resultado la pérdida parcial o permanente de la audición.
- Elevación temporal y/o permanente del umbral auditivo: Se obtiene como resultado de estar expuesto a ruido de severidad media o alta y en un periodo de tiempo considerable, estas afecciones se ven a menudo. [18]

2.2.9.2. ¿Qué sonidos y que intensidad afectan a la audición?

Se debe especificar que es la intensidad lo que genera las lesiones auditivas y no su fuente de origen (una sinfonía de Debussy a 100 dB te hace el mismo daño que un motor de tren a 100 dB). El límite máximo de exposición de acuerdo a la norma es de 85 dB para un tiempo de exposición de 8 horas. [18]

2.2.9.3. Efectos del Ruido Sobre el Organismo

Los seres humanos tienen a protegerse ante el ruido. Las señales nerviosas de nuestro sistema auditivo activan la reacción natural de nuestro cuerpo frente al peligro. Esto significa iniciar una serie de actividades hormonales y procesos fisiológicos que pueden predisponer a estar en una condición de escape y pelea. Este tipo de condiciones si son constantes se establecen en nuestro sistema y están en esta condición de escape y pelea sin estar expuestos al ruido. Esto cotidianamente se determina como estrés [18]

2.2.9.3.1. Alteraciones Cardiovasculares

En los seres vivos, al igual en animales que en personas, se produce la elevación temporal de la tensión, con la exposición crónica se vuelven esta elevación deja de ser temporal y se queda en nuestro sistema. Incluso existen estudios que buscan

demostrar la relación entre los reportes de emergencias de los hospitales con el incremento del ruido. [18]

2.2.9.3.2. Alteraciones Hormonales

Es increíble como en niveles que se consideran inofensivos ya se puede evidenciar cambios hormonales, conversar con una persona (60 dB) por ejemplo ya genera estos cambios. La noradrenalina y la adrenalina son proporcionales al nivel de ruido las cuales son vasoconstrictores, no son las únicas hormonas que muestran aumento, también se ve afectada la ACTH y, cortisol los cuales aumentan generalmente como contestación a escenarios de estrés. [18]

2.2.9.3.3. Alteraciones Respiratorias

Se han presentado informes de la OMS y otros estudios científicos donde se evidencia el incremento de casos en hospitales que no tienen como fundamento las emisiones de contaminantes en las comunidades, debido a los estudios realizados esto insinúa un impacto del ruido en los sistemas inmunoregulables. [18]

2.2.9.3.4. Alteraciones de Sueño

Se hicieron pruebas a diversos individuos, estos evidencian alteraciones en su comportamiento habitual, en general, por encima de 45 dB los individuos aumentan el tiempo en que empiezan a conciliar el sueño (latencia), se reduce el periodo de sueño profundo y esto provoca tener una percepción de agotamiento, y es muy alarmante la evidencia que sugiere un aumento en el índice de alteraciones cardíacas. [18]

2.2.9.3.5. Otras Alteraciones

Diversas alteraciones se relacionan al ruido como son alteraciones gastrointestinales, úlceras, cólicos e incluso en la vista y efectos psicorgánicos como decaimiento y dolores ambiguos. [18]

2.2.10. Enfermedad Ocupacional

De acuerdo al D.S. 024-2016- EM:

“Es el daño orgánico funcional ocasionado al trabajador como resultado de la exposición a factores de riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos, inherentes a la actividad laboral”. [19]

2.2.11. Hipoacusia o Sordera provocada por ruido

Viene a ser la incapacidad parcial o, total para percibir sonidos en un oído o en los dos oídos. Se manifiestan de la siguiente manera: [20]

- Sordera de tipo neurosensorial, se presenta de manera bilateral simétrica y es irreversible
- Vértigos
- Acufenos [20]

2.2.12. Jerarquía de Controles

Combatir los riesgos en el trabajo es fundamental para resguardar a los colaboradores, es muy conocido el método de control de acuerdo a la famosa jerarquía de controles. [21]

Está compuesta por 5 niveles:

1. Eliminación
2. Sustitución
3. Control de Ingeniería
4. Control Administrativo
5. Uso de EPP's

El objetivo es ir tomando la medida de control que se encuentra en el primer puesto, de no ser posible usar este método de control se pasara al siguiente y si en este tampoco se puede, pasar al siguiente y así de manera subsiguiente hasta alcanzar al nivel ultimo que serían los EPP's [21]

2.2.12.1. Eliminación y Sustitución

Vienen a ser las mejores soluciones para mitigar los peligros, no obstante, son las más complicadas de implementar ya que en una industria ya establecida cambiar una

maquina o algún otro elemento se dificulta por que se harán cambios significativos en el proceso, ahora si están en la fase de planificación si es más accesible ya que aún no hay nada establecido o definido. [21]

2.2.12.2. Control de Ingeniería

Están ubicados por encima de los controles administrativos y del uso de EPP's debido a que están configurados para erradicar el peligro desde la fuente, la diferencia con los dos puntos anteriores es que este control se aplica sobre el proceso establecido cambiando o implementando cosas puntuales. [21]

2.2.12.3. Controles Administrativos y EPP

Su uso se da en los procesos ya definidos como complementos a peligros los cuales no se encuentran controlados de una manera adecuada, estos pueden ser a primera vista más rápidos y con menos costo, no obstante, su costo se eleva a través del tiempo elevando el presupuesto al momento de mantenerlos y sin mencionar que son menos eficientes que los demás controles, es por eso sé que encuentran en las últimas posiciones de esta jerarquía. [21]

2.2.13. Control de Ruido

Se pueden considerar varias formas para controlar y atenuar el ruido, dentro de estas se aprecian las siguientes:

2.2.13.1. Ruido de la Fuente

Mitigando el ruido desde la fuente de emisión, se establecen los puntos y se ejecutan los cambios. [22]

2.2.13.2. Ruido del Ambiente Laboral

Cuando el ambiente laboral presenta ruidos que pueden representar un riesgo para el trabajador se pueden tomar otras medidas, como son: la rotación de personal; seguimiento y evaluación mediante los exámenes médicos. [22]

2.2.13.3. Protección Personal

Utilizar barreras entre el ruido y el colaborador, por ejemplo: tapones auditivos, orejeras. [23]

2.2.14. Instrumentos para el monitoreo

Se refieren a un Transductor, generalmente es un micrófono), el acondicionamiento de diversos circuitos para la, señal eléctrica y la pantalla en donde se verán los datos. A continuación, se encuentran los siguientes equipos: [14]

Sonómetro:

Este equipo intenta acercarse lo más posible a la percepción que tiene el oído de los seres humanos para con el sonido.

Fig. 1 Sonómetro



Fuente: [24]

Calibrador acústico:

Su función es garantizar la precisión de los sonómetros, su objetivo es provocar un tono continuo en una frecuencia seleccionada, en ese momento se verifica la lectura, del sonómetro y se hace concordar con el valor provocado por el calibrador. [25]

Fig. 2 Dosímetro



Fuente: [25]

2.2.15. Metodología para la Medición

Etapa 1: Análisis de la labor

Se extrae datos del trabajo que se realiza y los colaboradores involucrados en las actividades que están relacionadas al estudio. [26]

Etapa 2: Selección de la estrategia de medición.

Es seleccionada tomando como punto de referencia la tarea realizada durante la jornada. [26]

Etapa 3: Mediciones

Se ejecutan las mediciones en función a las estrategias determinadas en la NTP ISO 9612. [26]

Etapa 4: Tratamiento de errores e incertidumbres

Los errores y las incertidumbres se tratarán de acuerdo a las especificaciones establecidas en NTP ISO 9612. [26]

Etapa 5: Cálculos y presentación de los resultados y de la Incertidumbre

Después de recolectar y calcular la información pertinente para llevar a cabo el análisis adecuado de acuerdo se debe tomar en cuenta la incertidumbre como indica la NTP. [26]

2.2.16. Selección de las Estrategias de Medición

Se considera de acuerdo a las características del área de trabajo a ser evaluada. [26]

2.2.16.1. Estrategias de Medición

Se puede apreciar tres estrategias:

a) Medición basada en la tarea:

Se evalúa las actividades ejecutadas durante un turno de trabajo y luego se desglosa en tareas, por tarea se aplican mediciones. [26]

b) Medición basada en el trabajo:

Se hacen mediciones al azar en el momento de la ejecución de trabajos específicos. [26]

c) Medición de una jornada completa:

Se mide de manera constante a través de una jornada de trabajo entera. [26]

2.2.17. Aislamiento Acústico

2.2.17.1. Definición

Se encarga de disminuir la transmisión del sonido en dos puntos. Altera la intensidad acústica entre el emisor en un punto A y, el receptor en un punto B. [27]

2.2.17.2. Formas de transmisión del ruido en las estructuras

Se puede transmitir de la siguiente manera:

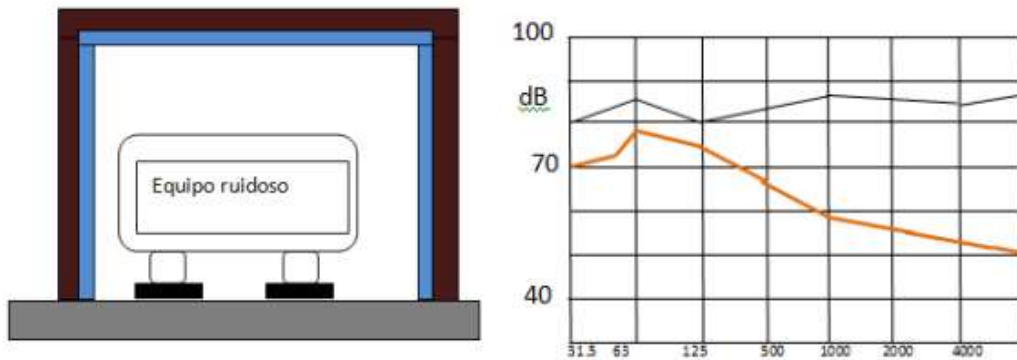
- Mediante el paramento.
- No solo se da por la vibración de la pared a causa de la presión sonora, si no, también los elementos relacionados a esta empiezan a vibrar y se convierten en medios de conducción. [27]
- Por transmisiones laterales (flan King).

- Se da debido a que las caras de la habitación en la que se encuentra el origen de la emisión se convierten, a su vez, en origen de emisiones de las habitaciones conjuntas [27]
- Por impacto directo en la estructura.
- Se dan por el funcionamiento de equipos, vibraciones (lavadoras, escaleras eléctricas, etc.) en una vista general cualquier emisión de ruido al entrar en contacto con la construcción hace que se susciten vibraciones que se expanden en la edificación. [27].

2.2.18. Método de Cerramiento Hermético con Material Absorbente

Una vez que se identifique la procedencia del ruido que este por encima del máximo permitido de acuerdo al tiempo de exposición, se debe aplicar un método para control para mitigar el impacto de este, el cerramiento hermético corresponde a un control de ingeniera, esto permite disminuir considerablemente el ruido. [28]

Fig. 3 Reducción de niveles de ruido mediante el cerramiento hermético



Fuente: [28]

2.2.19. Cerramiento y Cabinas Acústicas

Se refiere a un armazón que esta sobre el origen del ruido (equipo o maquina). Se refiere a las cabinas acústicas como barreras que tienen por objetivo disociar a los colaboradores del ruido. Se debe considerar el estado del sitio donde se tiene

planificado instalar las cabinas, dimensiones, distribución, entradas y salidas de aire, características físicas y características estéticas. [29]

2.2.20. Materiales absorbentes de ruido

Son materiales o incluso sistemas de materiales que poseen un absorben ruido de manera eficiente en frecuencias perceptibles [30]

Hay gran variedad de materiales en el mercado entre los principales están las fibras naturales, textiles y materiales sintéticos.

2.2.20.1. Tipos de materiales Absorbentes

2.2.20.1.1. De origen natural

Son materiales cuyo principal componente son fibras de origen natural como las lanas minerales, fibras de yute, cáñamo y algunas napas textiles que siguen un proceso para poder convertirlas en materiales absorbentes [30]

2.2.20.1.2. Materiales sintéticos

Son materiales absorbentes que se han obtenido a partir de la transformación de materiales naturales mediante procesos fisicoquímicos, es decir, son hechos por el hombre, como por ejemplo los polímeros, algunas napas textiles, fieltros, etc. [30]

2.2.20.2. Propiedades Físicas

2.2.20.2.1. Coeficiente de Absorción

Esta es una propiedad clave en la identificación de la absorción y es básicamente la energía absorbida sobre la energía incidente.

$$\alpha = E_a / E_i \quad (4)$$

De esta fórmula mostrada se aprecia que el coeficiente hace referencia al porcentaje de energía que el material absorbe, cuando se emite un sonido la energía sale proyectada en forma de ondas sonoras, al impactar contra un material parte de la energía revota, una fracción de la energía es absorbida por el material y otra fracción logra traspasar el material, este coeficiente permite determinar qué porción de energía

es absorbida en función de una determinada frecuencia. Por ejemplo, si se encuentra una tasa de absorción del 40%, el 40% de energía es absorbida por el material. [30]

2.2.20.2.2. Coeficiente de Absorción Acústica Equivalente NRC

Los materiales tienen un valor de absorción en cada frecuencia de octavas, el NRC es el resultado de la sumatoria de estos valores entre la cantidad de estos, una media, aritmética. Si bien es cierto este valor da un dato general, se debe tratar con cautela ya que los cambios de absorción basados en la frecuencia de octavas pueden ser drásticos ya que cada material se comporta diferente en las distintas bandas de octavas. [31]

$$\text{NRC} = \frac{\alpha(250)\text{Hz} + \alpha(500)\text{Hz} + \alpha(1000)\text{Hz} + \alpha(2000)\text{Hz} + \alpha(N)\text{Hz}}{\text{(Cantidad de Frecuencias)}}$$

2.2.20.2.3. Resistencia Térmica

Esta propiedad viene a ser la resistencia al paso del calor que posee, en otras palabras, es cómo se comporta el material al transmitir el calor [32, p. 21]

2.2.20.2.4. Conductividad Térmica

Precisa como se transmite la energía a modo de calor por medio de un cuerpo. En concordancia a la segunda ley de termodinámica el calor siempre seguirá el rumbo de la temperatura menor. [33]

2.2.20.2.5. Reacción ante el fuego

Conjunto de pruebas y técnicas calificando como actúa el material ante la presencia de alguna llama viva, hay varios criterios para hacer esta evaluación ya que no está estandarizado es por ello por lo que las empresas trabajan con distintas normas de referencia. [33]

2.2.21. Materiales Absorbentes de ruido

2.2.21.1. Espuma Acústica de Poliuretano

Es un material que se obtiene a partir del poliuretano, como su nombre lo indica, y es una reacción química del isocianato y el polioliol se presentan en celdas con

terminaciones dentadas para reducir la reverberación y aumentar su eficiencia de absorción, se puede colocar casi sobre cualquier superficie [34]

2.2.21.2. Fieltro Textil

Se compone por fibras, hilos y tejidos estos pueden ser de origen animal, mineral, vegetal o artificial, es flexible y moldeable a las distintas superficies. Se fabrican en presentación de mantas con una gran variedad de espesores, composiciones y densidades [31].

2.2.21.3. Lana de roca

La definición de lana de roca, o también conocida como lana mineral no es más que sólo una denominación genérica para evidenciar la diferencia de los materiales plásticos y de materiales minerales. Son materiales aislantes formados por entrelazados de hebras y fibras de materiales de origen mineral o pétreos que al unirlos constituyen un fieltro. [31]

2.2.21.4. Lana de Vidrio

Este producto se obtiene como resultado de pasar fibras y filamento de vidrio fundidas en un horno de aire frío para posteriormente ligarlas y atarlas con resinas para posteriormente colocarlas en celdas o mantas de acuerdo a la presentación que se requiera. [30]

2.2.21.5. Materiales Complementarios

2.2.21.5.1. Placa de Fibrocemento

Están hechas de cemento, el cual es fundamental en la industria de la construcción, está formado por fibras celulosa, sílice, agua, agregados naturales y por supuesto por cemento. Este material tiene resistencia al fuego, presenta resistencia con cambios climáticos, es resistente a formaciones biológicas en su superficie [35, p. 12].

Fig. 4 Placas de Fibrocemento



Fuente: [36]

Tabla 2 Especificaciones Técnicas de la placa de fibrocemento

Espesor(mm)	Medida (m)	Borde	Peso (kg/placa)	Peso (kg/m ²)	Norma
4.00	1.22x2.44	Recto	24.50	8.28	NTP-ISO 8336
8.00	1.22x2.44	Recto	32.80	11.02	NTP-ISO 8336
10.00	1.22x2.44	Recto	40.80	13.70	NTP-ISO 8336
12.00	1.22x2.44	Recto	49.20	16.50	NTP-ISO 8336

Fuente: [37]

2.2.21.5.2. Placa de Triplay

Se refiere a tableros contrachapados de tiras de madera conocidos comúnmente como triplay, básicamente son tiras de madera prensadas con chapas y adhesivos. Adicional a esto se usa la acción de la temperatura que combinados con la presión de las chapas forman placas de distintos espesores. [38, p. 105]

Fig. 5 Placas de Triplay



Fuente: [39]

Tabla 3 Ficha técnica del Triplay

Características	Triplay
Espesor	12
Medida (m)	1.22x2.44
Tipo	Tablero/Placa
Peso (kg/placa)	14.50
Peso (kg/m ²)	2.28
Material	Pino Radiata
Color	Natural

Fuente: [39]

2.2.22. La industria metalmecánica

La industria metalúrgica de Perú es una de las industrias con mayor producto interno bruto, con un aumento del 10,2% en los meses de enero y octubre de 2018. Esto fue gracias al aumento de la exigencia interna, en especial la inversión público/privada.

Las labores que sobresalen son la elaboración de motores, transformadores, motores con una tasa de 132.8%, motos lineales con una de 22.8%, accesorios para automóviles con una tasa de 132.8, carrocerías de vehículos con una tasa de 8.5% y diversos productos representando el 7.1% [40]

2.2.22.1. Metalurgia

Ciencia aplicada, que tiene como objetivo estudiar las operaciones industriales relacionadas con la extracción, concentración y procesamiento para elementos originados de minerales, metálicos. Examina la elaboración de combinaciones de metales, diversos controles y procesamiento. [41]

2.2.22.2. Siderurgia

Derivado de la metalurgia, es responsable de la creación de hierro, elaboración, combinaciones, dosis, especialmente con el carbono. [42]

2.2.22.3. Pintado de piezas

La pintura es un proceso que tiene como objetivo preservar las características físicas de los elementos en los que se utiliza, incluso dependiendo del material utilizado para pintar, proteger los elementos pintados ante agresiones físicas o químicas. En muchos casos, estos ataques son el resultado de condiciones climáticas extremas, como altas temperaturas, humedad excesiva, etc. Además, se le da una buena presentación del trabajo realizado. [43]

2.2.22.4. Compresor de aire industrial

Se trata de dispositivos que se utilizan para almacenar una gran cantidad de aire a alta presión en un tanque de almacenamiento mediante un motor compresor de aire. [44]

Los compresores de aire tienen dos aspectos principales:

Generación de aire comprimido: Está estrechamente relacionado con su tamaño y operación controlada.

Preparación del elemento comprimido: El nivel de calidad del aire comprimido usado es elemental en el momento de determinar la vida útil de los componentes neumáticos y su correcto funcionamiento [44]

2.3. Definiciones

ANTIRUIDO. - el prefijo “Anti” es un prefijo de Origen latinoamericano cuyo significado es que protege, previene o lucha contra el adjetivo que le siga, en este caso el ruido [45]

ENFERMEDAD OCUPACIONAL. – Según la OMS indica que se refiere al estado patológico adoptado por el trabajo o la exposición al ambiente en el cual se encuentra trabajando, tiene como origen los agentes físicos, químicos o biológicos [46]

HIPOACUSIA. - Es la imposibilidad total o parcial de escuchar o percibir sonidos, esta condición se puede dar tanto en los dos oídos como en uno solo y es provocado por exposición constante a ruido [47]

FLUJO TERMICO / CALOR. – Es una propiedad que mide el traslado de energía originado por la desigualdad de temperatura, esto busca el equilibrio de temperatura [48]

VATIO. – Tiene por símbolo la W e indica la rapidez y la potencia en la que la energía se transforma o convierte [49]

METRO KELVIN. – Es la conductividad térmica de un cuerpo homogéneo isótropo [50]

METRO CUADRADO KELVIN. – Es la conductividad y capacidad de un elemento para transmitir calor de un espacio cálido a un espacio frío. [50]

CAPITULO 3

ESTADOS DEL ARTE

Aldo Esteban Canales Montenegro, Aldo Mauricio Campos Pérez y José Luis Cárdenas Bergmann en su investigación muestran un tipo de modelamiento predictivo en la pérdida auditiva, vinculada con el área de trabajo en la que los colaboradores desempeñan sus funciones en una metal-mecánica de Chile donde se ejecutó la evaluación de la cantidad de ruido y el impacto de estos niveles tratándolos desde la fuentes de emisión con materiales absorbentes acústicos ubicándolos estratégicamente por áreas de alta exposición al ruido, evaluando y determinando la exposición de cada uno de los trabajadores a través de mediciones utilizando dosímetros. Al mismo tiempo, se tomaron mediciones de ruido ocupacional en cada origen con el objetivo de estimar el potencial de exposición de cada puesto de trabajo. Se obtuvo que en 8 puestos de trabajo se sobrepasa la exposición máxima de ruido que son 85 dB, siendo el pico de exposición los puestos de soldadura y cortadora con 93.3 dB (A). seguidamente se simula en el software Rap-One / Soft-dB el revestimiento del área de trabajo con el material Absortor Acústico certificado, Hipertec Wall Sound de 50 mm de espesor con una densidad de 100 kg/m³ con para la cual el software arroja que existe una reducción de ruido, concluyendo así que con los métodos e instrumentos utilizados se podría lograr una reducción predictiva de hasta 5 dB en la banda de dB más crítica de esta organización siendo una solución viable y comprobada para la mitigación de ruido en la empresa [51]

Andrés Palacios Crespo [52] realizó un estudio con el objetivo de hacer una estimación de la exposición al ruido en el taller de metalmecánica de Indurama bajo la norma de NTP ISO 9612:2009. Utilizando un dosímetro marca SounsTek Modelo ST 130 y un sonómetro marca EXTECH modelo 407750 realizó el estudio a 241 trabajadores, definiendo el nivel de exposición de ruido, Palacios determinó la jornada laboral de acuerdo a un análisis del trabajo que él realizó y de esta manera seleccionó una estrategia de medición de acuerdo a la normativa. Esto arrojó que el ruido permisible está sobrepasando de los 85 dB y concluye que a pesar de que se brindan EPP's para la protección auditiva estos no se usan de forma correcta, no cumplen con su función de protección y no tienen un mantenimiento adecuado, además, indica que en lugares o cuartos donde se realicen reuniones diarias deberían contar con paredes de aislamiento de ruido así mismo propone diseñar e implementar cabinas en prensas y todas las máquinas que tiene el taller para mitigar la emisión de ruido.

Carlos, Verónica y Darío en su investigación se busca plantear la definición epidemiológica, clasificación, cuadro clínico, tratamiento, prevención y rehabilitación, para proporcionar datos que sirvan de pauta para los profesionales dedicados a esta área y a carreras afines debido a que se enlazan con la conducción de este padecimiento a través de la revisión minuciosa de literatura de la base de datos Scielo, Redalyc y Science Direct. Este estudio propone el uso de vitaminas como tratamiento de la HIR como la vitamina A y vitamina B12, entre otros, también apertura la posibilidad de usar células madre para reparar la sordera en oídos humanos, además concluye que algunos afectados con 27 dB de pérdida presentan una desventaja laboral y social, además, pueden beneficiarse con la implementación de prótesis que atenúen su condición. [53]

Samillán Rivadeneira Richard Hamilton en su investigación analizó la emisión en exceso del área de maestranza de TUMAN S.A. la cual vulnera la integridad de los trabajadores e incumple las normas laborales. Esta investigación tiene como fin definir y proponer formas para mitigar el ruido en esta área de trabajo, esta investigación es de tipo tecnológico

experimental, para lograr su objetivo se elaboraron mapas de ruido mediante la realización de mediciones de ruido, de igual manera, se utilizaron encuestas en los colaboradores. Después de evaluar distintos métodos y técnicas para la minimización del ruido se optó por proponer el uso de procedimientos, para encapsular el ruido y uso de EPP. Se pudo concluir que los colaboradores al momento de realizar sus actividades no usaban su protección auditiva, además, que existe un preocupante desinterés del área de administración por mitigar y controlar el ruido y por último, pero no menos importante, se logró recabar que, al emplear un sistema de mitigación auditiva se logró disminuir en un 22% el ruido del área de maestranza. [54]

Juan Carlos Novoa Iñiguez en su estudio de tipo descriptivo el cual tiene por motivo gestionar la reducción de ruido en el área de torno en la sección de fabricación de ESP Completion Technnologies S.A. El investigador tomo como referencia la norma ISO 9212:2010, para asegurar la fidelidad de las mediciones se usaron sonómetros calibrados y con su debido certificado de calibración, después de realizar mediciones en las distintas secciones de la empresa (Soldadura, Calidad y Fabricación) se pudo establecer que, en la sección de fabricación, específicamente en el área de tornos es donde se tiene mayor nivel de ruido con un nivel de 107.07 dB en una jornada de trabajo de 10 horas, adicional a esto, se pudo evidenciar con las evaluaciones de audiometría que el 57,2% de los trabajadores tienen de audición. Posteriormente se hizo un análisis de las bandas de octavas de cada máquina que se encuentra en el torno con el fin de ubicar el material acústico que sea más apropiado para la mitigación de ruido. Se concluyo que el composite liso de la marca Fonac es mejor material acústico absorbente debido a que incluye en radio de frecuencias que determino este trabajo de investigación, además, al instalar el encapsulamiento acústico se obtendrá una reducción de 27.3 dB correspondiendo a 26.7 de eficiencia. [55]

Timothy Gerard Hawkins en su trabajo de investigación habla sobre materiales reductores de sonido para poder disminuir la contaminación sonora. El autor baso su trabajo de investigación bajo un modelo correlacional que tiene como principal objetivo precisar los

tipos de materiales de absorbentes de ondas sonoras según las frecuencias variables. Se hicieron mediciones en laboratorio de distintos materiales utilizando el medidor de dB SPL Meter Ipad tomando en cuenta los siguientes elementos: Nivel de absorción, nivel de amortiguación y nivel de insonorización, el autor establece que los absorbedores porosos son los que tienen mejor respuesta al contener el ruido, se probaron todos estos materiales en distintas frecuencias. Se concluyo que en cuanto mayor sea el espesor del material absorbente mayor es la reducción de sonido y en cuanto menor sea el coeficiente de transmisión sonora aumentara la reducción de ruido. [56]

Yadmani Bolivar Huaracha y Angel Arismendi Diaz en su trabajo de investigación proponen y diseñan un prototipo de encapsulamiento de ruido inspirado en el doble cerramiento hermético con materiales absorbentes para mermar el ruido que se ocasiona en el área de molienda de una empresa de fabricación de tuberías de PVC, este trabajo de investigación es de tipo preexperimental dado que se hizo una simulación del ruido que se genera ya que no se podía implementar el encapsulado en el motor del molino porque era demasiado grande. Para empezar, se estableció el nivel de ruido que emitía el motor del molino mediante una medición de ruido bajo la norma NTP ISO 9612 2010 la cual dio como resultado 93.6 dB lo cual sobrepasa la normativa vigente. Se simulo en un ambiente controlado una fuente de emisión de 93.6 dB y se hizo un prototipo a escala del encapsulado por doble cerramiento hermético, para este encapsulado se hizo la evaluación de los materiales absorbentes que se podían usar y se seleccionó la lana de vidrio debido a sus propiedades de absorción. Se uso la lana de vidrio para fabricar el prototipo a escala y se volvió a hacer las mediciones correspondientes para verificar si el encapsulado de doble cerramiento hermético a escala mitiga el ruido, se realizó un monitoreo post experimental para verificar la eficiencia y e que cantidad disminuyo la emisión de ruido se realizaron 3 evaluaciones, una solo con la primera caja antiruido, la segunda con la primera y la segunda caja antiruido y la tercera solo con la segunda caja antiruido a un metro de distancia y a dos metros dando como resultado en la primera medición 1m: 69.0 dB; 2m:

65.9 en la segunda medición 1m: 63.4 dB; 2m: 60.4 dB y por último la tercera medición 1m: 70.4; 2m: 68.4. Se concluyo en este trabajo de investigación que el prototipo a escala inspirado en el doble cerramiento hermético es efectivo y reduce la emisión de ruido. [9]

Ángel Díaz Carmona y Gina Taco Pari en su investigación nos muestra que tiene por objetivo el diseño de un control de ingeniera mediante el aislamiento acústico, esta investigación es de tipo descriptiva con un diseño no experimental en el cual se comenzó por determinar el área con más presencia de ruido, para tal efecto se utilizó un sonómetro y se identificó que el área que tiene mayor nivel de ruido fue la de molienda con 91.5 dB, una vez identificada el área que tiene mayor emisión de ruido, se procedió a hacer una medición por dosimetría al trabajador que opera en esta área dando como resultado para una jornada de 8 horas una dosis de 89.1 dB, en el área de molienda la principal fuente de ruido es el molino de martillos. Por lo antes mencionado se procedió a diseñar un control de ingeniería para el ruido mediante barreras absorbentes que encapsulen el ruido del molino de martillos. Para establecer el material a usar se hicieron 3 ensayos con distintos materiales el cual dio como resultado que el poliuretano absorbe de mejor manera el ruido generado por el molino de martillos reduciendo de 89.1 dB a 72.6 dB. Con esto se concluye que la mejor barrera para la fuente de emisión de ruido es un cubo de 1.5m*1.5m*1.5 de tubo cuadrado de 2 pulgadas en la exterior mapresa contrachapada y en medio poliuretano. [57]

Los autores Girón Pablo, Sequeira Martin, Azzurro Adrián y Cortínez Victor realizaron un modelamiento computacional para el control de ruido industrial generado por equipos mecánicos con el objetivo de detectar las áreas donde existe mayor emisión de ruido y proponer medidas de control para mitigarlo. Se realizo el trabajo de investigación bajo una línea experimental comparativa, se utilizó el método Ray con el programa Tracing Sound Plan v. 6.2 el cual permite modelizar espacios tanto exteriores como interiores. Se hicieron las mediciones y se realizó el modelamiento, esto dio como resultado mapas acústicos de los distintos ambientes de trabajos con su respectiva leyenda y código de colores. Se

concluyo que la solución más eficiente para la atenuación y disminución de ruido es la colocación de barreras, cajas acústicas y materiales absorbentes los cuales permiten disminuciones de hasta 20 dB. [58]

Chávez Juan en sus estudios revela que entre 1995 y 2004 la gama estimada de seres humanos afectados por la pérdida auditiva neurosensorial se duplicó a nivel global. En esta misma línea, el Sistema Automatizado de Información en Salud Ocupacional del Ministerio de Salud, evidencio que entre 1997 y 2000, la primera posición de registros les pertenece a afecciones a la audición. Además, de acuerdo con la Sociedad Chilena de Otorrinolaringología, la hipoacusia representa uno de los motivos principales de discapacidades por enfermedades ocupacionales. El motivo de esta investigación es exhortar, a través del análisis de los hechos contenidos en las diversas revisiones cuantitativas ejecutadas a través de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) a las corporaciones que se dedican a la industria metalmecánica a generar mejoras oportunas en las condiciones de exposición al ruido. Junto a lo anterior se tiene como objetivo crear controles de ingeniería técnica que otorguen altos niveles de impacto en la reducción de la exposición al contaminante sonoro ya sea dotando al de una adecuada protección considerando primero tratar el origen, el medio por el cual se transmite y finalmente el receptor, para culminar se concluye que las medidas que se proponen deben ir de la mano con una vigilancia específica de salud estableciendo protocolos médicos de acuerdo a cada puesto de trabajo. [59]

Gómez Bernal Nadia Xiomara, El objetivo de este estudio es realizar un protocolo que establezca pautas para el manejo de ruido dirigido a técnicos mecánicos dentro de sus puestos de trabajo, este trabajo busca mejorar las condiciones de seguridad y salud de 13 técnicos que trabajan en este taller de mecánica a través del diseño e implementación de un protocolo de recomendaciones sobre esta problemática. El trabajo de investigación se hizo de manera cuantitativa y el compendio de datos de mediciones ambientales de ruido realizadas por la empresa. En las conclusiones se detectó la exposición elevada de los

técnicos mecánicos al ruido por lo cual estos trabajadores se predisponen a sufrir enfermedades en el futuro además se observó que los técnicos no usan ningún tipo de protección auditiva lo que aumenta su nivel de exposición significativamente, además, las máquinas y equipos no cuentan con mantenimientos preventivos lo que complica su situación y los predispone a sufrir desperfectos y producto de estos desperfectos generar mayor nivel de emisión de ruido. [60]

Henry Corrales Aldana, Daza Ivan y Oulido Morea Maria Elena, (2021), en su investigación busca una revisión exhaustiva por medio de un repaso bibliográfico, centrado en conocer las afecciones auditivas ocasionadas en empleados expuestos a rangos excesivos de ruido, la metodología que se usa en esta investigación es la comprobación documentaria por medio de bases de datos con el fin de prevenir enfermedades auditivas las cuales cada año escalan más en la incidencia de enfermedades ocupacionales según la OMS. Se determinó el tipo de afecciones auditivas producidas en los colaboradores expuestos permanentemente y de manera prolongada y se hicieron propuestas adecuadas para esta problemática como son la eliminación o sustitución de las fuentes de emisión que también se reconoció en este trabajo de investigación que tienen que ir de la mano con medidas preventivas como son el fomentar la educación ambiental y tomar medidas para mitigar el ruido ya sea en la fuente, en el medio de transmisión o en la persona (uso de EPP's) [61]

Forero Velasco Robinson Javier, indica que en el momento en que los colaboradores de una oficina muestran molestias o afecciones medicas relacionadas con la temperatura y el ruido debido al ambiente en el que se encuentran se aprecia la problemática entre el diseño arquitectónico y las personas que usa este ambiente. La investigación se desarrolla a partir de un estudio transversal observacional ya que recopila y analiza datos. Ahora se enfoca la atención en un lugar de trabajo en específico, en el ambiente de trabajo de Toberín, Bogotá. con el fin de comprobar el origen de las afecciones se visitó a los trabajadores, se efectuaron mediciones en el lugar y observaciones del ambiente. Lo antes mencionado los

posibilita determinar el alcance de las aflicciones y presentar soluciones respecto a la temperatura y el ruido por medio de acondicionamiento y aislamiento con superboard lo cual dio un resultado favorable mostrando una disminución de la temperatura en las áreas donde se aplicó este recubrimiento y una disminución de ruido. [62]

Caro Cahueñas Rodrigo Vicente, en su trabajo de investigación hablo sobre el Diseño de una cabina insonorizada para un laboratorio de calibración de equipos de Monitoreo, esta investigación es tipo descriptivo, se desarrollara una cámara insonorizada para calibrar equipos de medición de ruido, la cual empieza por la colocación del panel absorbente completo dentro de un marco entero que forma un panel, y a la vez se ensambla con otras estructuras en los planos opuestos contiguas, con paneles de techo y suelo respectivamente. Además, en lo que corresponde al suelo, para que no se pise el panel absorbente, se ha diseñado la estructura para que se situé más abajo en un marco inferior y a su vez se coloca una tela rígida encima de este. Se ha colocado una capa de goma debajo de las patas con el fin de permitir un mayor aislamiento acústico con la superficie. Al concluir este trabajo se pudo terminar la implementación de la cabina insonorizada la que permitirá mejorar la calidad de los resultados expeditos por el laboratorio que da el servicio de calibración utilizando el encapsulamiento en esta cabina de insonorización. [63]

Peñafiel Campoverde, Rosa Verónica, esta investigación proporciona bibliografía que ayudara a comprender los diversos conceptos de ruido y las complicaciones que puede generar, esta investigación busca modelar y aplicar un sistema de insonorización en los espacios críticos de una planta de azulejos. En esta investigación se precisa si son adecuados los niveles de exposición por medio de mediciones y la elaboración de una matriz de riesgos. Se pudo concluir que el ruido de ciertas naves (almacenes) no son aceptables debido a esto se diseñó mapas de ruido con el objetivo de identificar el ruido existente y evitar en la medida de lo posible exponerse a este, se propone controlar el ruido desde la fuente mitigándolo con barreras o encapsulamientos de insonorización

dependiendo de la característica del ambiente e implementar dentro de los procedimientos controles para la mitigación del ruido. [64]

Sandoval Merwin y Coral Tapia César Alfredo, su estudio fue ejecutado dentro del Departamento de Mantenimiento del Hospital General Docente Provincial de Riobamba, con el fin de establecer los NPS (Niveles de Presión Sonora), y factores de riesgo a los que están expuestos colaboradores públicos, debido al ruido generado dentro de la casa de máquinas de este departamento. Integra estándares, prácticas y políticas para identificar riesgos y la evaluación de peligros. Se puede considerar ideas esenciales de la NTC-OHSAS 18001 así como la gestión de peligros dentro de la identidad, acompañada de la gestión de los peligros propuestos en la GTC (Guía Técnica Colombiana). La causa de esta revisión es indicar la implementación de una Cabina de Aislamiento Acústico dentro de la Sala de Máquinas de modo preventivo, basada totalmente en el hecho de que el ruido es el principal motivo de las enfermedades ocupacionales. La implementación del estándar se recomendará luego de un análisis técnico, y se reforzará con inducciones sobre: prácticas de pinturas adecuadas, factores de peligro y estrategias de manipulación. Para concluir, con los grados de ruido medidos dentro del ambiente y de acuerdo con los criterios técnicos, se determina que los trabajadores desarrollarán una pérdida auditiva ocupacional si la fuente de emisión no se controla. Conociendo el peligro, se plantea la implementación de la cabina de aislamiento acústico como una forma de minoración masiva y disminución del ruido al que está expuesto los colaboradores para mitigar la pérdida de audición. [65]

Alcantara Montoya Leslie Rubie; Encarnación Jiménez Tania Angélica; Martínez Pimentel Ndiandi Rodolfo en su trabajo de investigación ejecutaron un estudio sobre la mitigación de ruido en la sección de espumado de R.U.V.A. mediante la aplicación de barreras acústicas, se comenzó con la realización de encuestas para conocer la sintomatología de cada trabajador, adicional a esto, se utilizó un analizador de espectro para ubicar los puestos que generan alta emisión de ruido y enfocar las medidas de control a este, este trabajo de investigación concluye que la barrera acústica es eficiente y útil en

el área de la maquina espumadora situándose sobre la curva NC 70 lo cual es lo óptimo para fábricas, además se diseñó un encapsulamiento acústico para mitigar el ruido emitido, lo cual permitirá reducir las frecuencias altas ayudando así a generar un ambiente de trabajo óptimo para los colaboradores. [66]

Juan Carlos Cárdenas Gómez en su estudio muestra como al encapsular el ruido se disminuye la contaminación acústica en la metalmeccanica AJ Servios Generales & FM S.A.C., siguió una línea de investigación experimental, mediante una serio de mediciones de ruido se determinó que la fuente principal de emisión es el martillo eléctrico que tritura el concreto y metal en la parte interna del tambor giratorio del vehículo camión mixer propagándose en todos los alrededores de la fuente de emisión y de esta manera generando malestar a los colaboradores y a los pobladores de su comunidad, debido a esto, se opta por un control de ingeniera el cual es el encapsulamiento del ruido aplicando un diseño multicapa sobre el área donde se ubica el camión mixer, este diseño multicapa está conformado por placas de cartón comprimido, cajas de huevo y polietileno(lana). Se concluyo que la implementación del encapsulamiento acústico logro una disminución de 16 dB cumpliendo con los ECA de esta manera se mostró el efecto de la implementación del encapsulamiento con diseño multicapa para la reducción de emisiones de ruido. [67]

Castillo Ana en su trabajo de investigación su objetivo es aplicar el plan de higiene industrial para reducir el ruido para el área de producción de una ladrillera debido a que las maquinarias usadas por la organización se encuentran estropeadas y que algunas de las maquinas como las compresoras de aire generan niveles de ruido muy altos incumpliendo la normativa de ruido. Aplicaron la medición del ruido mediante un sonómetro la cual dividieron la empresa en tres partes A, B, C la cual consta de la zona medición A estructurada por proceso primario zona B proceso secundario y zona C proceso terciario, se realizaron cinco mediciones al azar en tres procesos luego se hizo un promedio del rango del ruido. Como resultado de la investigación de la primera de la medición A se obtuvo que todas las maquinarias fijas de las plantas no cumplen con los estándares

mínimos de ruido por las 8 horas diarias de trabajo, en cuanto a la medición C se obtuvo que las maquinas compresoras de aire 1 y 2 llegan a producir 96.82 dB de ruido lo cual indica que no se permite en la norma básica de ergonomía para la evaluación de riesgo disergonómico por ello la zona C es crítica y se pretende implementar un plan para mitigar esta situación. Es por ello por lo que se tiene como conclusión aplicar el plan de higiene industrial y así implementar planchas contra placadas al cuarto de compresoras de aire debido a su ruido excesivo. [68]

Bonnot M, Romeu J., Capdevila R., Sánchez A. muestran en su trabajo la investigación como estudiaron y diseñaron un montaje de control activo para la mitigación de ruido para altas y bajas frecuencias en un avión ligero, este diseño corresponde a un control de ingeniería y consiste en encapsular y aislar la cabina de mando del avión donde se ubican el piloto y los pasajeros, demostrando así la eficacia del encapsulamiento acústico ya sea desde la fuente de ruido o como en este caso prestando una protección global para los receptores. Se diseño y modelizo la cabina, seguidamente se cargó al programa Virtual_Lab para verificar la reducción de ruido que podría brindar al implementarse en los nuevos diseños de los aviones ligeros. Se concluye que si bien es cierto que la simulación del campo acústico en Virtual_Lab da un margen de error de ± 3 dB la implementación del encapsulamiento de la cabina de mando en los nuevos diseños de aviones ligeros muestra una reducción de hasta 36.94% siendo un resultado muy favorable. [69]

Mario Valladares Garrido y los médicos ocupacionales Shirley Cerro Romero y Danai Valladares Garrido en su trabajo de investigación del artículo de la revista del cuerpo médico del hospital nacional Aguinaga Asenjo evaluaron a 1543 trabajadores en el periodo de años 2015-2018 con el objetivo de reconocer la preponderancia y los causantes relacionados a hipoacusia producida por ruido en colaboradores mediante un estudio transversal analítico, utilizando los valores del historial clínico ocupacionales con tal objetivo se construyó modelos de regresión simple y un modelo múltiple obteniendo evidencia del predominio de hipoacusia. Se obtuvo como resultado que de 1543

colaboradores, quienes tienen 36.7 años de edad en promedio, la periodicidad con la que la hipoacusia en los colaboradores incrementa 10% anualmente, adicional a esto si hubiese un precedente de enfermedad o accidente laboral aumenta en 75%, la edad y los precedentes de enfermedad o accidente laboral se relaciona de manera favorable a tener hipoacusia, a pesar de que es una empresa considerablemente grande y su nivel de gestión es alto aun así se presentan estos casos. [8]

Del Castillo Quirita Jeferson Rey en su investigación la cual tiene por objetivo diseñar y hacer cumplir un plan para mitigar el ruido al interior de la cabina de granallado de la organización Weir Minerals Vulco Perú SA a través un aislamiento acústico, con el fin de cumplir las normas y mejorar la situación ocupacional y de medio ambiente, por lo tanto, la investigación se ha diseñado bajo una metodología descriptiva empezando por identificar la realidad del problema luego se evaluó la situación real de la compañía respecto al ruido, se empleó el método de Ishikawa la cual permitió identificar emisiones altas de ruido en la cabina de voladura. Se hizo una medición de ruido inicial además de una evaluación a 80 colaboradores para posteriormente ensamblar un sistema de aislamiento acústico en dicha cabina y finalmente una medición de ruido posterior a la implementación, se complementó esto con una encuesta al personal más expuesto, concluyendo que se logró controlar las emisiones de ruido. [70]

C. Martínez, Lesvia Pérez L., Celso E. Llimpe Q. tiene por objetivo en su trabajo de investigación modelar un sistema de aislamiento que use materiales ecológicos. Se adaptó un módulo para ensayos de ruido. Los ensayos se hicieron de acuerdo a los criterios de la norma internacional ISO 140-5. Se preparó una fuente sonora y se probaron diversos materiales ecológicos, se usaron los niveles de ruido representativos siendo 1/3 del nivel de ruido del exterior. Se determinó que al utilizar materiales ecológicos de un grosor de 10 cm y 20 cm se pudo reducir 42 dB y 44 dB respectivamente [71]

Estephanie Facio Anchondo, Laura Santos Ayala, Gabriel Filemón Barrio Echavarría y Rosa Oliva Ramírez Fraire realizaron una investigación para determinar efectos en la

presión sanguínea por exposición a ruido de una empresa metalmecánica mediante un estudio observacional en el 2016, se recolectaron datos de 8:00 a 16:00 horas a una cantidad de 30 de 368 trabajadores en México, el grado de exposición para ruido se tomó conforme a la, NOM-011-STPS-2001, con el sonómetro integrador Sound Pro-SE marca 3M y la presión arterial se midió con el monitor digital JB5538 marca WrisTech, considerando indicativo de hipertensión un valor superior a 140mm Hg (sistólica) y 90mm Hg (diastólica). Para otros datos se usó entrevista médica. Los datos arrojan diferencias significativas en edad y antigüedad laboral. En las presiones arteriales sistólicas hay tendencia creciente al final de la jornada alcanzando 144.20 ± 13 , mientras para diastólica el máximo es 94.00 ± 6.32 . En ruido ocupacional, la media más elevada entre las cinco áreas alcanza los 99.58 ± 2.69 dB(A). Los resultados de la entrevista medica evidencian afecciones en estado de ánimo y manifestaciones somáticas. El incremento en presión arterial resulta de la exposición a ruido en los niveles encontrados concluyendo así la asociación positiva entre el ruido y la presión al categorizar la exposición en cada una de las áreas. Esto confirma que la exposición a ruido no solo provoca hipoacusia o pérdida de la audición, además, la exposición continua y crónica genera otras afecciones al organismo [72]

Peralta Claros Ricardo Santos realizo un trabajo de investigación con la finalidad determinar el ruido que se producía en la zona de soldadura, específicamente en el servicio nacional de adiestramiento en trabajo industrial en SENATI, se comenzó por hacer 12 mediciones de ruido en las distintas áreas del taller de adiestramiento dando como fruto que el área de soldadura presenta el nivel de ruido más alto, llegando hasta los 107.07 dB siendo las secciones de fragua y forja las que genera más ruido, esta zona es considerada zona industrial, no obstante, se debe considerar como una zona de protección especial ya que es un centro de educación. En base a las mediciones realizadas se realiza un mapa de ruido de toda el área, debido a que los trabajos que se realizan con los equipos son de manera manual y de interacción directa con los equipos es inviable el

encapsulamiento de la fuente de emisión, no obstante, se pueden instalar paneles de material absorbente en el perímetro para evitar las ondas sonoras reflejadas, se concluye que se deben usar elementos que absorban el ruido emitido en dichas áreas y estar al día con los mantenimientos preventivos de equipos que se usan en esta área ya que los equipos defectuosos pueden ser el origen de una fuente de emisión de ruido. [73]

Muñoz Suárez José Gabriel en su investigación tiene por objetivo implementar medidas de control y prevención de ruido en el taller de Metálicas S.A., el ruido se ha vuelto un problema muy recurrente en la industria metalmeccánica, pero lamentablemente no se le da la importancia necesaria e incluso muchas veces se le deja de lado siendo la comunidad obrera la más perjudicada, en el trabajo de investigación utiliza la metodología Ishikawa para la interpretación de los resultados, se hicieron mediciones de ruido por todas las instalaciones y con esto se identificaron las fuentes emisoras de presión sonora y los puestos de trabajo más afectados por el ruido, en base a esto se hizo una evaluación y se elaboró una matriz de identificación de factores de riesgo, además, se complementó esto con la aplicación de una encuesta de evaluación subjetiva de exposición a ruido, en base a esto se construye un plan para la mitigación y control de ruido. Se concluye que la medición de ruido para jornadas de trabajo completas (8hrs) evidencio que en las áreas de producción y taller no se cumplen con los límites máximos permisibles, se reconoció que las actividades que involucran el uso de compresores de aire y distintos equipos provocan alteraciones significativas del área en las que se usan, además, en el sector de planta las frecuencias oscilan entre 30 y 250 Hz mientras que en el ambiente del taller las frecuencias oscilan entre 1000 a 4000 Hz. [74]

CAPITULO 4

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Metodología de la Investigación

4.1.1. Método de la investigación

Esta investigación se definió bajo un método mixto, cualitativo y cuantitativo, por que se recogen y se analizan los datos brindados de las características y números de las variables al efecto se siguieron los siguientes pasos [75]

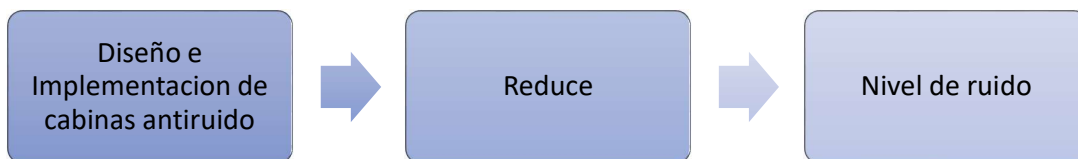
- Para conocer los niveles de ruido de las compresoras de aire industrial, se realizó un primer monitoreo según la norma NTP- ISO 9612:2010 haciendo uso del equipo sonómetro. En la cual se realizará los siguientes pasos:
 - Elección de la estrategia de medición de acuerdo a la NTP ISO 9612:2010
 - Elección del instrumento de medición (sonómetro LARSON LXT-1 Serie 6366)
 - Verificación de calibración del equipo de acuerdo a su certificado.
 - Ubicar el sonómetro en el área de medición de ruido.
 - Ubicado en la posición adecuada se realizó la medición de una jornada de trabajo completa.
- Se seleccionará el material que se usara para las cabinas antiruido utilizando como punto de referencia el mejor material absorbente de ruido, evaluando las características de los valores que se tiene de cada material de acuerdo a las hojas técnicas, se seleccionara el que tiene el mejor valor y absorción.

- Diseñar el modelo para las cabinas antiruido que se implementaran en las compresoras de aire industriales seleccionando el mejor material absorbente y validando los planos por un profesional, los planos se encuentran en el anexo N°3 “Planos de Cabinas Antiruido”
- Implementar las cabinas antiruido en el taller de metalmecánica cumpliendo con disminuir el ruido en las compresoras de aire industriales.
- Ratificar el diseño comprobando que el nivel de ruido no supere el valor límite tolerable para lo cual se procede a realizar un monitoreo de ruido ocupacional según la norma NTP ISO 9612:2010 utilizando el sonómetro LARSON LXT-1 Serie 6366 tal como se indica en el informe que se encuentra en el anexo 5 “Informe de monitoreo de ruido después de la implementación de la implementación de cabinas antiruido”

4.1.2. Diseño de la investigación

Esta investigación es de tipo experimental ya que se implementó dos cabinas antiruido en las compresoras de aire industriales y después se analizaron las consecuencias de esta implementación (influencia en la disminución de ruido) [76, pp. 44,45].

Fig. 6 Relación de variables independiente y dependiente



Fuente: Elaboración Propia

En la búsqueda de reducir el nivel de ruido de exposición para los trabajadores del área de pintado del taller de metalmecánica de B&B Murillo S.A.C. se diseña e implementa dos cabinas antiruido basados en el mejor material absorbente, para este proceso se ha realizado los siguientes pasos:

- Se precisa el punto de monitoreo donde realizará la medición del nivel de ruido de las compresoras de aires industriales.

- Se verificará el certificado de calibración N° CCP-0240-001-21 (anexo 1 Informe de Monitoreo de Ruido antes de la implementación de las cabinas antiruido) y se programa el sonómetro para realizar la medición de ruido, esta actividad la realiza personal de “Paz Laboratorios”
- Se coloca el micrófono en un trípode a de 1.50 metros del piso (aprox.), ubicando el micrófono direccionado a las compresoras de aire industriales.
- Se hará el monitoreo de ruido de las compresoras en el taller metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C. durante una jornada entera de trabajo.
- Terminado el tiempo indicado de la evaluación de la medición se registran los datos del equipo en la hoja de campo
- Se hará la evaluación de cada material absorbente de acuerdo a las propiedades físicas que presentan con la finalidad de comparar cada valor de cada una de los materiales según las hojas técnicas.
- Con las hojas técnicas de cada material seleccionado se podrán evaluar y se obtendrán los resultados de la comparación y con esto se podrá definir el material a emplearse en la elaboración de las cabinas antiruido.
- También se consideró materiales complementarios para el recubrimiento interno y externo los cuales son fibra de cemento para el interior y triplay para el exterior.
- Secuencialmente se trabajará en el diseño de las cabinas antiruido teniendo como referencia y punto de partida el método de cerramiento hermético con materiales absorbentes, se consideró permitir el flujo de aire libre al interior de las cabinas antiruido. Este diseño será asesorado, revisado y validado por un profesional.
- Una vez con el diseño de las cabinas antiruido terminado se iniciará con el armado de este, por lo cual se utilizó los siguientes materiales y herramientas:
 - Tubos cuadrados de metal de 2 pulgadas
 - Tornillos, volandas y pernos
 - Tornillos autoperforantes

- Placas de triplay
 - Placas de fibrocemento
 - Rollo de Lana de Vidrio
 - Cierra circular marca CROW
 - Esmeril marca Crow
 - Taladro percutor Bosh
 - Atornillador eléctrico marca Beck and Decker
 - Soldadura para lata
 - Máquina para soldar por arco eléctrico
- Una vez se termine el ensamblaje e implementación de las cabinas antiruido se procederá a realizar un nuevo monitoreo de ruido con la finalidad de comprobar que el diseño de las cabinas antiruido y su implementación realmente reduzca el ruido al valor límite tolerable TLV.

4.1.3. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada ya que se enfoca en resolver el problema que es el ruido con la implementación de dos cabinas antiruido, mediante el monitoreo de ruido se verifica la situación antes y después de la implementación de cabinas.

Conforme el tipo de datos usados es cuantitativa de corte longitudinal ya que se usa los datos presentados en los informes de monitoreo de ruido en un tiempo y espacio que ha sido establecido [76].

4.1.4. Nivel de Investigación

Esta investigación es de nivel descriptivo, ya que se usan datos obtenidos a partir de informes de monitoreo de ruido hecho por personal especializado de "Paz Laboratorios" antes de la implementación de las cabinas antiruido y después de su implementación [76].

4.1.5. Unidad de Análisis

La investigación se realizará una empresa dedicada al Taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C, en el área de pintado – Compresoras de Aire Industrial

4.2. Descripción de la Investigación

4.2.1. Estudio de caso sobre campo y línea de investigación

Esta investigación se realizó en el taller de metalmecánica de B&B Murillo S.A.C. en el cual realizan varios procesos metalmecánicos para la confección de sus productos donde se usan máquinas y equipos lo cual hace que se genere ruido, en el área de pintado se encuentra las compresoras de aire industrial las cuales llegan a generar niveles altos de ruido que pueden exceder el valor límite tolerable.

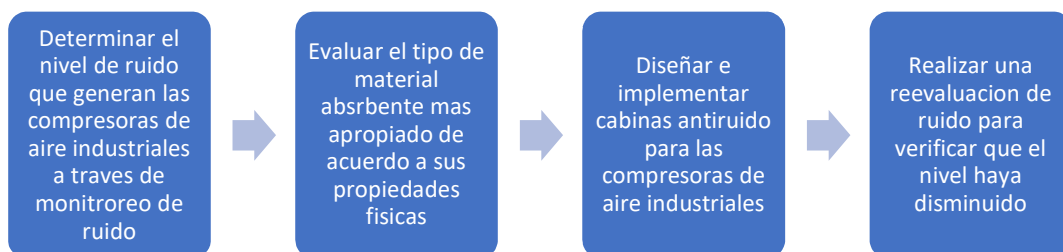
Campo

La higiene industrial es el rubro donde se trabaja la investigación por lo que el ruido es un agente físico que constituye este campo.

Línea

Se analizará el agente físico – ruido, un sonido indeseable, es incómodo como un sonido de gran amplitud o grupo de sonidos que pueden causar enfermedades o interferir con la comunicación. En cuanto a la diferencia en sonido y ruido, se sabe que el primero se puede cuantificar en cuanto al segundo es subjetivo.

Fig. 7 Vista general del trabajo de investigación



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Población

Constituida por todo el personal (17 trabajadores) que trabajan en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C.

4.2.3. Muestra

La muestra estará constituida por 2 trabajadores que están permanentemente en el área de trabajo realizando sus actividades cotidianas.

Este trabajo de investigación presenta una muestra no probabilística, en otras palabras, es una muestra dirigida ya que esta muestra se seleccionó por las características de nuestra investigación, de acuerdo al planteamiento del problema se detecta la emisión de ruido de dos equipos y la exposición de los trabajadores a altos niveles de ruido, debido a esto se toma como muestra a los trabajadores que están expuestos al ruido.

4.2.4. Técnicas e Instrumentos de la investigación.

Técnica

Las técnicas empleadas en el presente trabajo de investigación fueron:

- La observación directa para la delimitación objetiva del problema, así como para la recogida y análisis de datos, para posteriormente poder hacer el análisis de resultados. Para tal efecto se definió que el punto medible para el cual se evalúa la medición enfocada al impacto ruido proveniente de una fuente son dos equipos, las compresoras de aire industriales.
- Se toma como referencia y punto de partida los Límites Máximos Permisibles establecidos en la RM 375 -2008 – TR Norma Básica de ergonomía para el tiempo de exposición al ruido industrial, la cual brinda los siguientes criterios.

Tabla 4 Nivel de ruido de acuerdo al tiempo de exposición

Duración (horas)	Nivel de Ruido dB
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	31
1	34

Fuente: [16]

- La norma ISO EN 11654, da el nivel de ruido que los materiales absorben, esta es una norma internacional que establece un método que permite cuantificar los valores del coeficiente de absorción acústica en función de las frecuencias en las que se encuentran, da una serie de criterios en los cuales se establecen procedimientos para realizar evaluaciones y cuantificar el nivel de absorción acústica de los materiales.
- Monitoreo de sonometría según la norma NTP- ISO 9612 :2010 utilizando el sonómetro LARSON LXT-1 Serie 6366, seguidamente se evaluará el valor límite tolerable estipulado en la R.M. N.º 375-2008-TR. para comparar los resultados obtenidos.
- Comparación de las propiedades físicas de los materiales absorbentes mediante una tabla donde se clasificarán los valores de los materiales de acuerdo a su hoja técnica con la finalidad de seleccionar y obtener el mejor material absorbente que se usara en las cabinas antiruido para las compresoras de aire industriales
- Para el desarrollo de diseño de las cabinas antiruido se usó el programa AutoCAD y para modelar las compresoras de aire industriales se utilizó el programa Inventor

- Monitoreo de sonometría según la norma NTP- ISO 9612 :2010 utilizando el sonómetro LARSON LXT-1 Serie 6366, con las cabinas antiruido implementadas en las compresoras de aire industrial de la empresa B&B Murillo, seguidamente se evaluará el valor límite tolerable estipulado en la R.M. N.º 375-2008-TR. para comparar los resultados obtenidos.

- Se considero el uso del sonómetro y no dosímetro ya que según la NTP ISO 9612:2010 el uso del sonómetro se da cuando se mide el nivel de presión sonora en un determinado lugar y en un tiempo establecido, mientras que el dosímetro se usa cuando por las características intrínsecas del oficio del trabajador este se desplaza en distintas áreas de trabajo.

Instrumento:

- Sonómetro
- Calibrador acústico

4.3. Operacionalización de variables

Tabla 5 Operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLES	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE	Nivel de ruido en el área de trabajo	Mayor a 85 dB (no cumple con los límites máximos permisibles)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo de exposición (duración de la jornada de trabajo de 8 horas). ➤ Indicadores de ruido (Lmax, Lmin., Lpeak, Leq/TWA) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonómetro LARSON LXT-1 Serie 6366 ➤ Certificado de Calibración
		Menor a 85 dB (cumple con los límites máximos permisibles)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo de exposición (duración de la jornada de trabajo de 8 horas). ➤ Indicadores de ruido (Lmax, Lmin., Lpeak, Leq/TWA) 	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Diseño e implementación de cabinas antiruido	Cerramiento con cabinas antiruido elaboradas con materiales absorbentes	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseño de las cabinas antiruido. ➤ Implementación de cabinas antiruido 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fichas/Expedientes técnicos de materiales absorbentes ➤ Planos ➤ Modelamiento en AutoCAD

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5

DESARROLLO DE LA TESIS

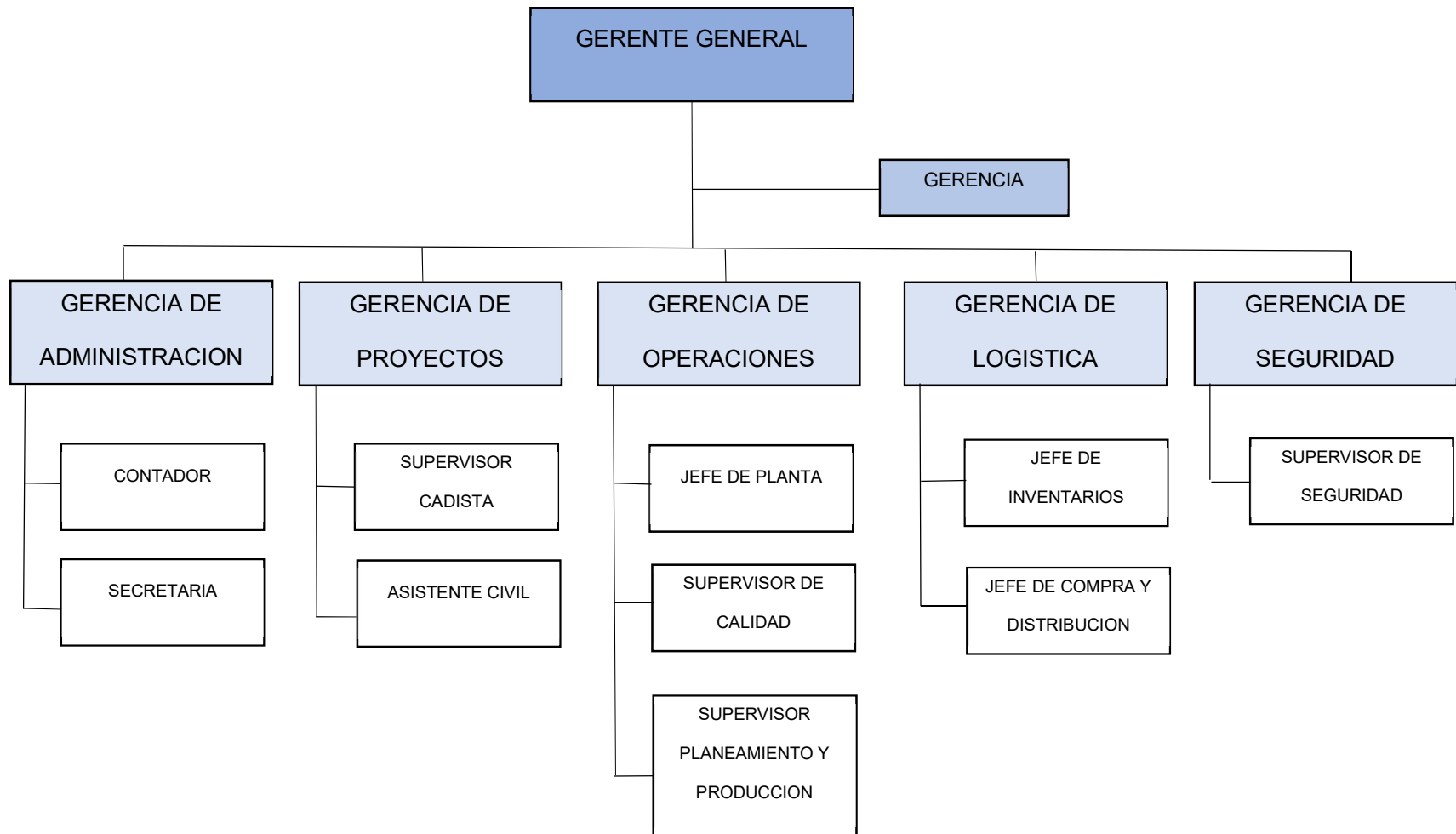
5.1. Descripción de la empresa

La empresa se dedica al rubro de construcción civil y metalmecánico enfocada a la realización de obras civiles y armado de estructuras metalmecánica, la empresa con más de 6 años de antigüedad actualmente brinda servicios para los diferentes sectores como minería e industria cumpliendo con la calidad de sus productos y así contribuyendo con la mejora continua de sus trabajadores y clientes.

5.1.1. Organigrama

A continuación, se presenta el orden jerárquico de la empresa ByB murillo.

Fig. 8 Organigrama de B&B Murillo

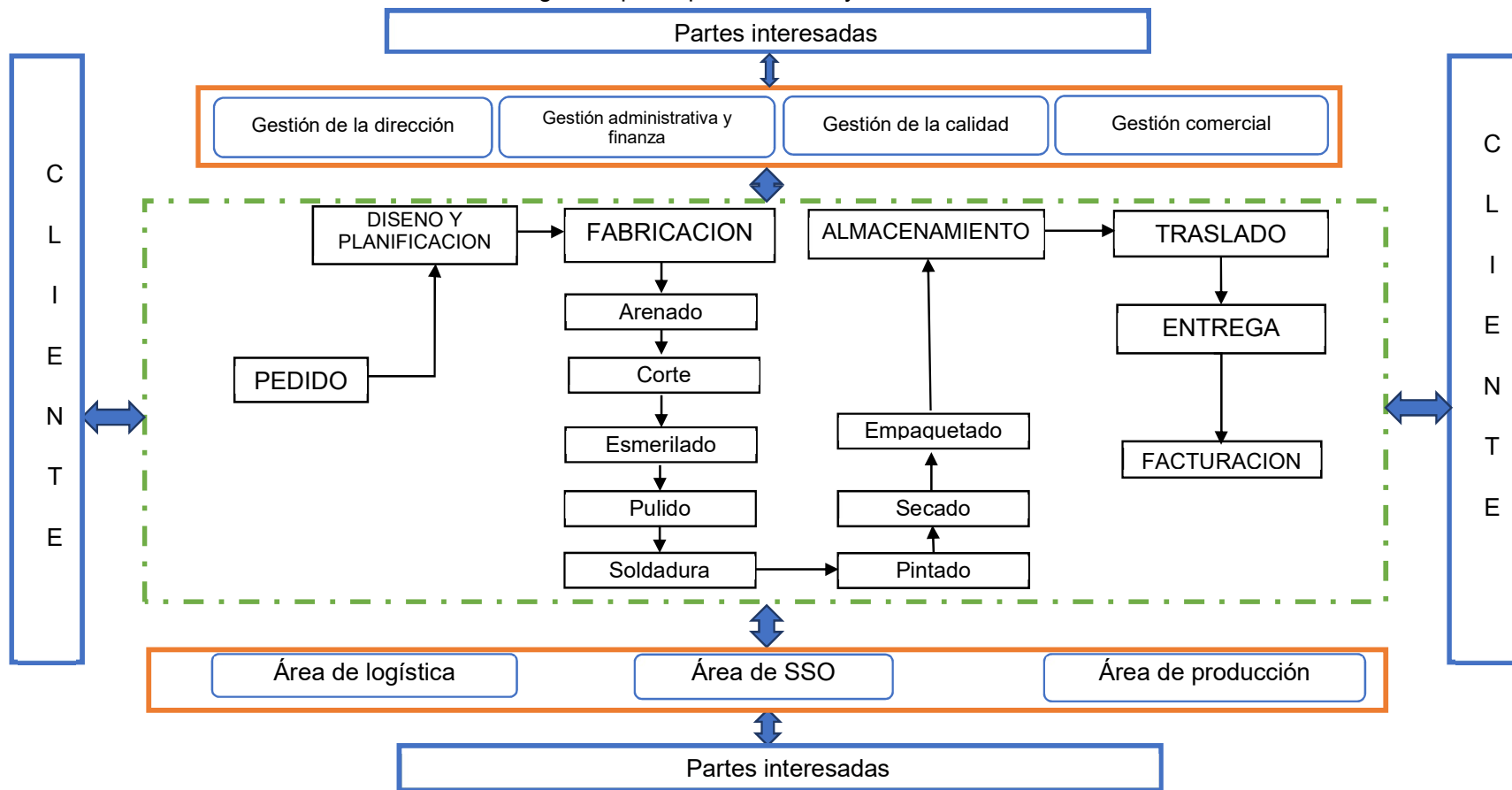


Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Mapa de Procesos – Empresa Metalmecánica

La empresa ByB Murillo sigue el siguiente esquema para la ejecución de sus procesos.

Fig. 9 Mapa de procesos de ByB Murillo



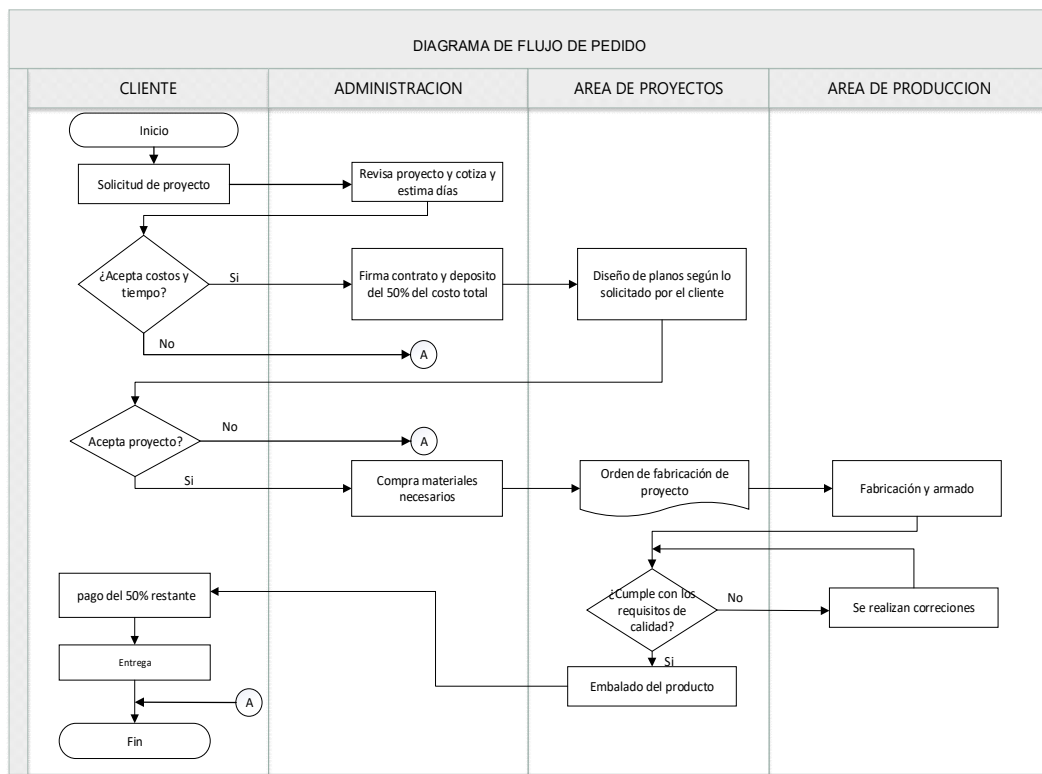
Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Descripción de las actividades.

5.1.3.1. Pedido

El cliente deberá realizar la orden mediante oficina o correo electrónico de la empresa todo pedido solicitado deberá ser con anticipación de una semana esto debido a la acumulación de pedidos y al tiempo de espera de cada una, a su vez una vez realizado el contrato el cliente puede solicitar mediante fotografías ver el avance de lo solicitado o visitar las instalaciones del taller en el área de almacenamiento.

Fig. 10 Diagrama de Flujo de Pedido



Fuente: Elaboración propia

5.1.3.2. Diseño y planificación

En el proceso de diseño el cliente puede solicitar el modelo de la estructura o traer el modelo impreso o digital se debe recalcar que si el cliente solicita un modelo detallado esta genera un costo dependiendo de la magnitud del proyecto, una vez terminado el diseño se pasa a la etapa de planificación donde el material pasa a la etapa de

fabricación y seguida a esta pasa por distintos procesos los cuales son muy importantes como:

5.1.3.3. Arenado

Las tuberías metálicas o partes metálicas como “puertas, container, rejillas, entre otros” deben pasar por el área del arenado siempre y cuando el cliente lo solicite este con el fin de que el acabado sea de mejor calidad.

Fig. 11 Arenado



Fuente: [77]

5.1.3.4. Corte

Una vez arenado las tuberías o partes metálicas dependiendo al diseño y a la medida pasan al proceso del corte en este proceso se realiza mediante un esmeril con disco de corte o en algunos casos se utiliza el óxido de corte siempre y cuando no sea factible la máquina de corte.

Fig. 12 Corte



Fuente: [77]

5.1.3.5. Esmerilado

En este proceso se tiene que retirar las hojas cortadas de los bordes con la ayuda de una maquina esmeriladora se deja liso la parte cortada con el fin de evitar cortes o rasguños a los trabajadores una vez acabado el esmerilado se apila de forma vertical para el proceso de armado.

Fig. 13 Esmerilado



Fuente: [77]

5.1.3.6. Soldadura

En este proceso las tuberías metálicas pasan hacer armadas según el diseño solicitado esto se realiza mediante una máquina de soldar trifásica industrial en un ambiente abierto y ventilado.

5.1.3.7. Limado

En este proceso se retira las esquirlas que se quedaron en la estructura metálica debido a la soldadura en el momento del montaje o armado de la estructura este proceso se hace con lima o lijar y debe hacerse manualmente.

Fig. 14 Limado



Fuente: [77]

5.1.3.8. Pintado

En el proceso de pintado las estructuras metálicas o tubos pasan por tres etapas de pintado la primera es la limpieza de la estructura metálica para esto se utiliza la maquina compresora industrial a fin de limpiar impurezas tales como el polvo seguidamente se pasa al pintado con recubrimiento marino a fin de evitar que el metal entre en estado de oxidación por los diferentes compuestos al que va estar expuesto, el tercer proceso viene la etapa de pintura con recubrimiento epóxido esto puede variar dependiendo si el cliente desea una material reflectante en esta etapa del proceso es donde las maquinarias industriales compresoras de aire se encuentran en operación constante por los tres procesos mencionados anteriormente.

Fig. 15 Pintado



Fuente: [77]

Fig. 16 Pintado



Fuente: [77]

5.1.3.9. Secado

Una vez terminado la pintura todas las estructuras pasan al área de secado en un área a luz abierta y ventilación natural para poder pasar una fina capa de pintura final y detalles que se puedan observar en el momento hasta esperar su secado final del producto.

Fig. 17 Secado



Fuente: [77]

5.1.3.10. Empaquetado

Ya realizado el secado se empaqueta o forra con bolsa adhesiva toda la estructura a fin de evitar que la pintura se dañe.

Fig. 18 Empaquetado



Fuente: [77]

5.1.3.11. Almacenamiento

Terminado los procesos anteriores el cliente puede solicitar el almacenamiento en el taller o la entrega inmediata del pedido.

5.1.3.12. Traslado

El traslado se realiza mediante camión o camioneta dependiendo el tamaño o el cliente puede venir personalmente al taller y retirar la estructura terminada.

5.1.3.13. Entrega/Facturación

Una vez que el camión o camioneta llega al punto de entrega el cliente deberá realizar la facturación final y realizado este se procede a dejar la estructura terminada.

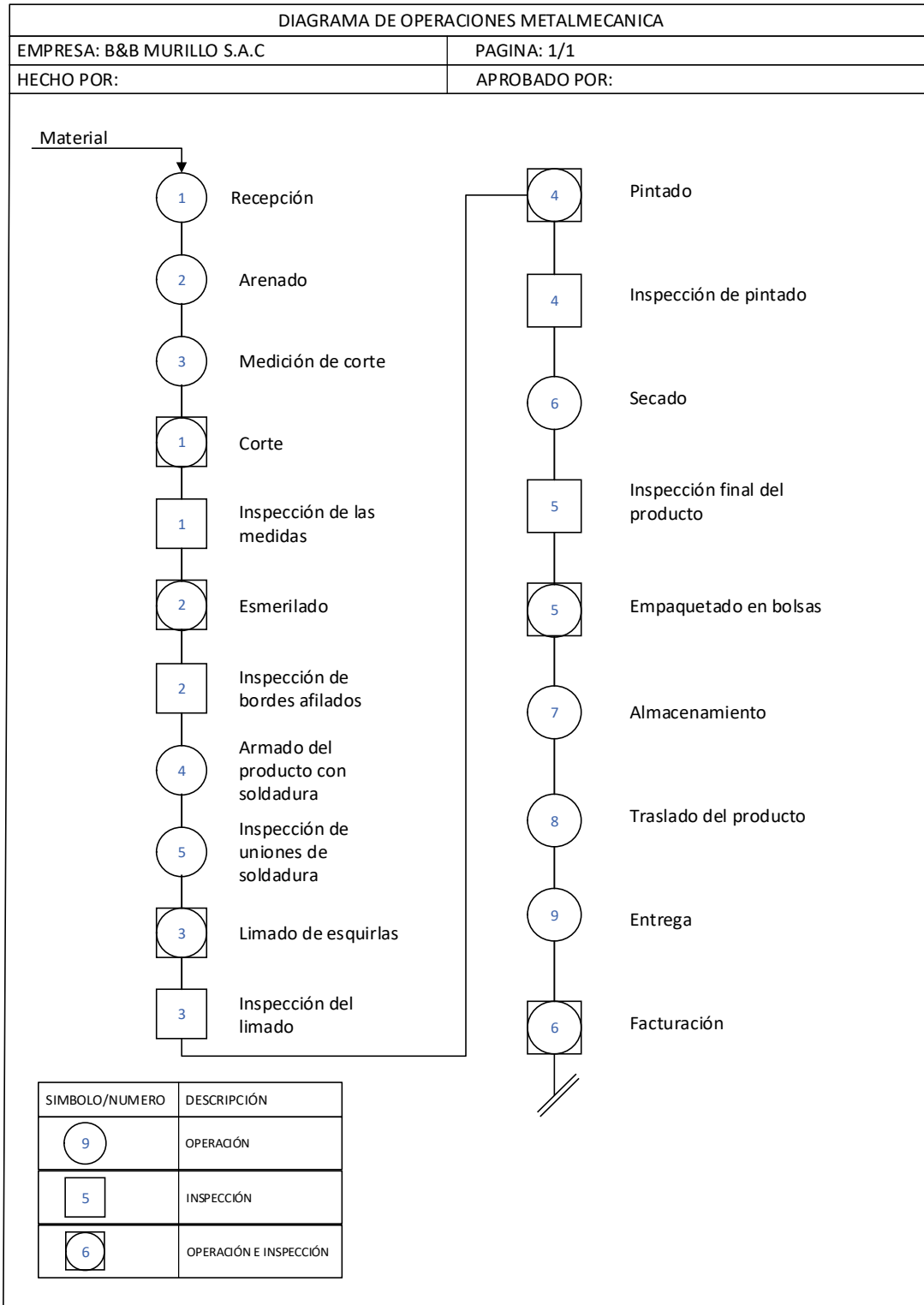
Fig. 19 Entrega/Facturación



Fuente: [77]

5.1.3.14. DOP de Procesos de la empresa Metalmeccánica ByB Murillo

Tabla 6 DOP de Procesos de la empresa Metalmeccánica ByB Murillo



Fuente: Elaboración Propia

5.2. Determinación del nivel de ruido de las compresoras de aire industriales en el taller a través de un monitoreo de ruido antes de la implementación de las cabinas antiruido

5.2.1. Punto de Monitoreo

Se procedió a realizar la medición en el lugar de pintado de la empresa B&B Murillo, la descripción del punto de medición se describe en la siguiente tabla

Tabla 7 Descripción del punto de medición

Código de identificación	N° de Medición	Descripción	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo
RO-01	1	Interior del área metalmecánica	10-02-2022	10:36 a.m.

Fuente: [78]

La empresa B&B Murillo se encuentra en cerro colorado, en la urbanización Bustamante y Rivero sector II como se muestra en la imagen, de acuerdo a la vista satelital se procedió a especificar el área de trabajo donde se realizó el monitoreo de sonometría

Fig. 20 Vista de satélite de la empresa B&B Murillo



Fuente: [79]

5.2.2. Instrumentos de medición

Se utilizó el sonómetro como instrumento de medición para poder realizar el monitoreo de ruido ocupacional, el cual se ejecutó en el área de pintado de la empresa, específicamente en las maquinas compresoras de aire industriales la cual se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 8 Descripción del equipo utilizado para la medición de ruido

Equipo	Código interno	Marca	Modelo	Serie	Uso
Sonómetro	EL/SN/14	Larson	LXT-1	6366	Determinar el nivel de ruido

Fuente: [78]

Fig. 21 Sonómetro Larson LXT-1



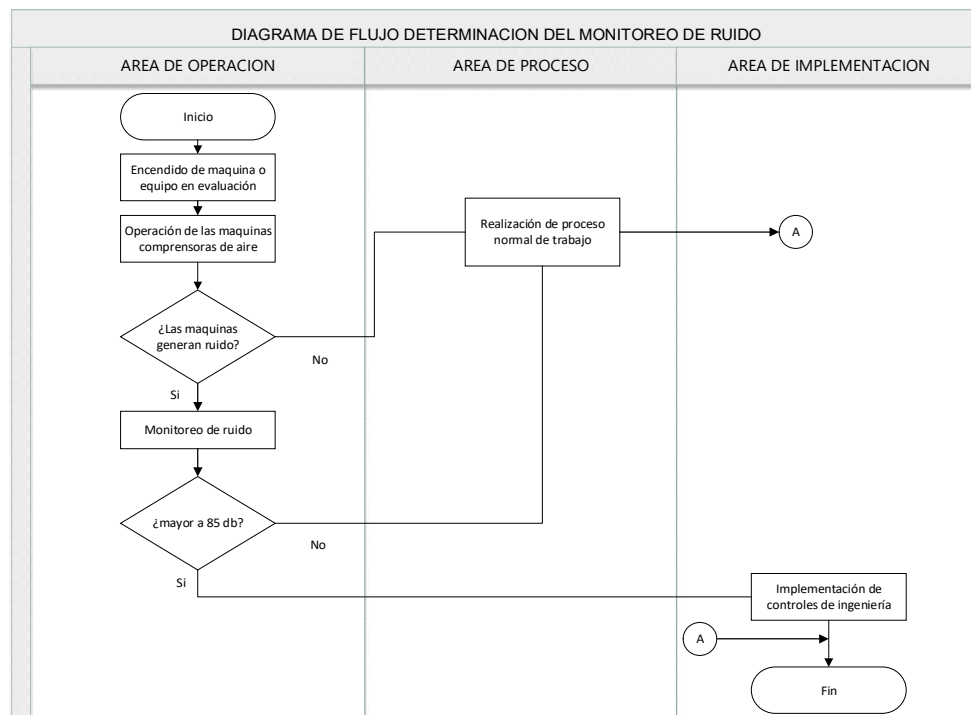
Fuente: [78]

El sonómetro Larson LXT – 1 Serie 6366 que se usó para evaluar el nivel de ruido es un instrumento debidamente calibrado como se muestra en su certificado de calibración, para mayor detalle sobre el certificado de calibración del sonómetro revisar el anexo 1 Informe de monitoreo de ruido antes de la implementación de cabinas antiruido, en el apartado de certificado de calibración

5.2.3. Resultados del monitoreo para determinar el nivel de ruido que generan las compresoras

El lugar donde se encuentran ubicados los equipos es el área de pintado, aquí se encuentran las compresoras de aire industriales que se utilizan para realizar los acabados a las piezas fabricadas en este almacén, estas piezas son traídas desde el área de fabricación.

Fig. 22 Diagrama de flujo del monitoreo de la determinación del nivel de ruido



Fuente: Elaboración propia

El día en que se llevó a cabo el monitoreo de ruido ocupacional se generó ruido derivado de las actividades cotidianas de pintado que se realiza en el área de almacén como son las de pintado de primera y segunda mano, limado, secado, empaquetado, etc.

En el área de pintado trabajan de manera permanente 2 personas, la exposición de los trabajadores que están de manera permanente en el área de pintado es de 7 horas y 20 minutos al día.

Cuando se llevó a cabo el monitoreo se registraron los siguientes resultados:

Tabla 9 Resultados del monitoreo de ruido del área de pintado antes de la implementación de las cabinas antiruido

NIVELES DE RUIDO	
Nivel de presión sonora máxima Lmax dB (A)	102.4 dB
Nivel de presión sonora mínima Lmin dB (A)	50.5 dB
Nivel de presión sonora pico Lpeak dB (C)	117.4 dB
Nivel de Presión sonora equivalente Leq / TWA dB (A)	88.75 dB

Fuente: [78]

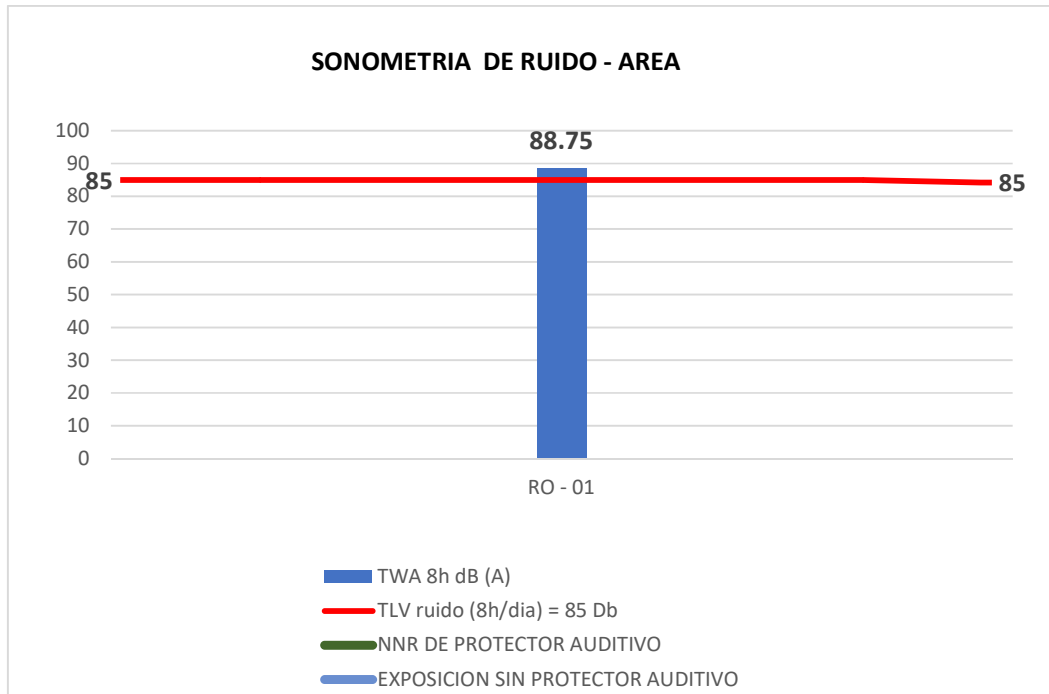
Como se ve en la tabla anterior el Lmax que representa el nivel de presión sonora máxima dio como resultado 102.4 dB, el nivel de presión sonora mínima del ruido es de 50.5 dB y el nivel de presión sonora pico es de 117.4 dB brindando un resultado de presión sonora equivalente final de 88.75 dB para el cual sería nuestro resultado.

Tabla 10 Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR

Código de Identificación	TLV de ruido para 8h (dB) R.M. N° 375-2008-TR	PTWA dB(A)	¿Cumple con la norma?
		Resultados para 8h	
RO-01	85 dB	88.75	NO CUMPLE

Fuente: [78]

Gráfico 1 Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.



Fuente: [78]

Como se observa en el grafico el nivel de ruido para 8 horas en el taller de metalmecánica, en el punto de medición RO-01 da como resultado 88.75 dB, este valor está por encima de los límites máximos permisible establecido en la R.M. N° 375-2008-TR. Por todo lo antes ya mencionado se puede afirmar que no cumple con la norma.

Fig. 23 Monitoreo de ruido ocupacional en área de pintado antes de la implementación de cabinas antiruido



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se aprecian en las fotos la realización de la medición de ruido ocupacional por sonometría antes de la implementación de las cabinas antiruido en el área de pintado de la empresa metalmecánica ByB murillo

5.3. Evaluación del tipo de material absorbente más apropiado de acuerdo a sus propiedades físicas y características para reducir los niveles de ruido

Se consideró cuatro materiales absorbentes para su evaluación, estos materiales se escogieron tomando como base nuestra bibliografía, consultas con proveedores, comercialización y accesibilidad en el mercado [30]. En la siguiente tabla se aprecia los materiales absorbentes que se consideraron en la reducción del nivel de ruido:

Tabla 11 Materiales Absorbentes que se evaluaron

Materiales absorbentes que se Evaluaran	
I	Espuma acústica de Poliuretano
II	Fieltro Textil
III	Lana de Roca
IV	Lana de Vidrio

Fuente: Elaboración Propia

I.Espuma acústica de Poliuretano

Fabricados a base de poliuretano PUR con terminaciones de diente de sierra. Debido a su terminación de diente de sierra permite absorber, reducir y disipar el eco y la reverberación. El detalle de las características se presentó en el anexo 2:” Ficha técnica de espuma acústica de Poliuretano”

Fig. 24 Espuma Acústica Tipo Sierra



Fuente: [80]

II.Fieltro Textil

El fieltro textil es un material compuesto de multicapas formado por un fieltro textil adjuntado de manera térmica a una lámina viscoelástica que facilita su instalación. El detalle de las características se presentó en el anexo 2 “Ficha técnica de fieltro Textil”

Fig. 25 Filtro Textil



Fuente: [81]

III.Lana de Roca

Panel Aislante de lana de roca o lana mineral con un óptimo valor de conductividad térmica. El detalle de las características se presentó en el anexo 2 “Ficha técnica de Lana de Roca”

Fig. 26 Lana de Roca



Fuente: [82]

IV.Lana de Vidrio

La lana mineral es perfecta para aislamientos térmicos y acústicos, debido a su gran número de pequeñas bolsas de aire desempeña un papel incomparable en la absorción de sonido. El detalle de las características se presentó en el anexo 2 “Ficha técnica de Lana de Vidrio”

Fig. 27 Lana de Vidrio



Fuente: [83]

5.3.1. Propiedades de los Materiales Absorbentes

Para poder seleccionar el mejor material de absorción que se usara en el ensamble de las cabinas antiruido se realizó la evaluación de cada una de las propiedades físicas de los cuatro materiales a evaluar y que estas cumplan con las mejores características ya que permitirá disminuir el nivel de ruido ocasionado por las compresoras de aire industriales.

Las propiedades físicas que se analizaran y evaluaran para posteriormente compararlas son las siguientes:

Tabla 12 Propiedades físicas de materiales absorbentes

Propiedades que se evaluaran de Materiales Absorbentes	
1	COEFICIENTE DE ABSORCION ACUSTICA α_s
2	COEFICIENTE DE ABSORCION ACUSTICA EQUIVALENTE α_w NRC
3	RESISTENCIA TERMICA $m^2.K/W$
4	CONDUCTIVIDAD TERMICA DECLARADA $W/m.K$
5	COMPORTAMIENTO AL FUEGO

Fuente: Elaboración Propia

5.3.1.1. Coeficiente de absorción acústica.

Esta propiedad representa la energía que el material absorbe, cuando la onda impacta contra un objeto, como por ejemplo cuando las ondas sonoras colisionan contra la pared estas retienen una cantidad de energía que es absorbida por el material, por otro lado, una cantidad de energía es refractada y, por último, pero no menos importante una cantidad de energía logra traspasar a través de esta pared. En los casos en que el valor de este coeficiente tiene la tendencia a acercarse o sobrepasar a uno, indica que este material es absorbente. Esta propiedad está dada por unas bandas de octavas referente al coeficiente de absorción acústica.

Se considerarán determinadas frecuencias para la evaluación del coeficiente de absorción acústica debido a que estas frecuencias son las que predominan en los ruidos generados por motores y son las que las fichas técnicas de nuestros materiales presentan.

Tabla 13 Cuadro Comparativo de Coeficiente de Absorción Acústica de Materiales Absorbentes

COEFICIENTE DE ABSORCION ACUSTICA		Unidad de medida	Valor			
I	Espuma Acústica absorbente	F (Hz)	250	500	1000	2000
		α	0.40	0.69	0.94	0.96
II	Filtro Textil	F (Hz)	250	500	1000	2000
		α	0.40	0.54	0.70	0.72
III	Lana de Roca	F (Hz)	250	500	1000	2000
		α	0.62	0.87	0.87	0.87
IV	Lana de Vidrio	F (Hz)	250	500	1000	2000
		α	0.86	1.14	1.08	1.02

Fuente: [80] [81] [82] [83]

Se puede apreciar que la espuma acústica de poliuretano para la frecuencia de 250 tiene como resultado 0.40, para la frecuencia de 500 tiene como resultado 0.69, para la frecuencia de 1000 tiene como resultado 0.94 y para la frecuencia de 2000 tiene como resultado 0.96. El fieltro textil para la frecuencia de 250 tiene como resultado 0.40, para la frecuencia de 500 tiene como resultado 0.54, para la frecuencia de 1000 tiene como resultado 0.70 y para la frecuencia de 2000 tiene como resultado 0.72. La lana de Roca para la frecuencia de 250 tiene como resultado 0.62 y para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 tiene como resultado 0.87. Por último, la lana de vidrio para la frecuencia de 250 tiene como resultado 0.86, para la frecuencia de 500 tiene como resultado 1.14, para la frecuencia de 1000 tiene como resultado 0.08 y para la frecuencia de 2000 tiene como resultado 1.02.

De acuerdo a los datos mostrados por las fichas técnicas se puede notar que el material que presenta mejores niveles de absorción de acuerdo a las bandas de octavas es la lana de vidrio.

5.3.1.2. Coeficiente de absorción acústica equivalente NRC

Debido a que el material se comporta de manera diferente en distintas frecuencias es necesario tener el coeficiente de absorción acústico equivalente, el cual representa el promedio de los valores de una serie de bandas de octavas referente al coeficiente de absorción acústica. Este valor se toma según la ISO EN 11654 e indica que cuanto mayor sea el NRC de un material absorbente mejor es la absorción acústica equivalente, se mide por el coeficiente α_w Alfa W el cual mide la característica de un material absorbente de la energía de una onda sonora. En esta evaluación se consideran los valores establecidos por el fabricante o distribuidor en las fichas técnicas de los materiales.

Tabla 14 Coeficiente de absorción acústica equivalente de materiales absorbentes

COEFICIENTE DE ABSORCION ACUSTICA EQUIVALENTE		Unidad de medida	Valor
I	Espuma acústica absorbente	α_w	0.75
II	Filtro textil	α_w	0.50
III	Lana de Roca	α_w	0.80
IV	Lana de vidrio	α_w	0.87

Fuente: [80] [81] [82] [83]

Se puede apreciar en la tabla el coeficiente de absorción acústica equivalente de la espuma acústica es 0.75, el coeficiente de absorción acústica del filtro textil es de 0.50, el coeficiente de absorción acústica de la lana de roca es 0.80 y el coeficiente de absorción acústica de la lana de vidrio es de 0.87.

De acuerdo a los datos obtenidos en las hojas técnicas de los materiales absorbentes de ruido el material que tiene mejor absorción acústica equivalente es la lana de vidrio.

5.3.1.3. Resistencia Térmica m^2K/W

La resistencia térmica se mide en metro cuadrado kelvin sobre vatio, este valor representa la oposición que tienen los materiales al flujo térmico, esto significa que mientras sea más alto sea este valor impide de manera más eficiente la propagación de llamas y gases inflamables en su ambiente.

Tabla 15 Resistencia térmica de materiales absorbentes

RESISTENCIA TERMICA		Unidad de medida	Valor
I	Espuma acústica absorbente	m^2k/W	1
II	Filtro textil	m^2k/W	0.8
III	Lana de Roca	m^2k/W	1.3
IV	Lana de Vidrio	m^2k/W	1.5

Fuente: [80] [81] [82] [83]

La resistencia térmica de la espuma acústica absorbente es de 1 metro cuadrado kelvin sobre vatio, el fieltro textil tiene 0.8 metro cuadrado kelvin sobre vatio, la lana de roca tiene 1.3 metros cuadrados kelvin sobre vatio y la lana de roca tiene 1.5 metros cuadrados kelvin sobre vatio.

Según los datos obtenidos de las fichas técnicas el material absorbente con mejor resistencia térmica es el material de lana de vidrio

5.3.1.4. Conductividad térmica W/mK

La resistencia térmica se mide en vatio sobre metro kelvin este dato indica el comportamiento que tiene el material ante la presencia del calor, esto significa que mientras más bajo sea este valor, no permitirá su flujo y actuara como una barrera aislante de calor.

Tabla 16 Conductividad térmica de materiales absorbentes

CONDUCTIVIDAD TERMICA		Unidad de medida	Valor
I	Espuma acústica absorbente	w/mk	0.38
II	Fieltro textil	w/mk	0.39
III	Lana de roca	w/mk	0.19
IV	Lana de vidrio	w/mk	0.32

Fuente: [80] [81] [82] [83]

La conductividad térmica de la espuma absorbente es de 0.38 vatios por metro kelvin, el fieltro textil presenta una conductividad térmica de 0.39 vatios por metro kelvin, la lana de roca presenta una conductividad térmica de 0.19 y por último la lana de vidrio presenta una conductividad térmica de 0.32 vatios por metro kelvin.

De acuerdo a los datos obtenidos el material que tiene un mejor comportamiento ante la presencia del calor es la lana de roca.

5.3.1.5. Reacción ante el fuego

Este apartado indica cómo se comporta el material ante la presencia de una llama viva de fuego. Los valores de referencia se pueden dar en UL 900 la cual es una ANSI, su significado es “Unordered List”. Representa el cumplimiento del fabricante con la normativa, el número de la lista UL indica el comportamiento del material cuando está expuesto al fuego. La ISO EN 13501-1 brinda un procedimiento para la clasificación de los materiales respecto a su reacción con el fuego, los materiales se ensayan de manera que se simule su reacción en un ambiente controlado. La norma ASTM mide la densidad del humo y dispersión de la llama cuando los materiales de edificios se someten al fuego, se clasifican en tres; Clase A (0-25), clase B (26-75) y clase C (76-200) los materiales que tienen menor puntuación tienen un mejor comportamiento ante la presencia de fuego, se podría catalogar a la clase A como no combustible, la clase B como moderadamente combustible y la clase C como combustible.

Tabla 17 Reacción al Fuego de Materiales absorbentes

REACCION AL FUEGO		Referencia	Valor
I	Espuma acústica absorbente	UL 900	Autoextinguible
II	Filtro textil	Ficha de seguridad Chova	Autoextinguible
III	Lana de Roca	A1 – EN 13501-1	No contribuye en ninguna fase del fuego
IV	Lana de vidrio	ASTM E84	No Combustible

Fuente: [80] [81] [82] [83]

Según las fichas técnicas la espuma acústica absorbente es autoextinguible, de igual manera el filtro textil también es incombustible, la lana de roca no contribuye en ninguna fase del fuego y por último la lana de vidrio es no combustible.

Se pueden observar los datos obtenidos que ninguno de los materiales absorbentes contribuye a la propagación del fuego.

5.3.2. Comparación de Materiales Absorbentes.

A continuación, se muestra un cuadro de los valores obtenidos de las fichas técnicas de los materiales que se evaluaron, en este cuadro se contraponen las principales propiedades físicas de los materiales y con este cuadro se podrá tomar la decisión sobre que material se utilizará en el ensamblaje de la cabina antiruido.

Tabla 18 Comparación de Propiedades de Materiales Absorbentes

MATERIALES ABSORBENTES	COMPARACION DE PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ABSORBENTES						
	Espesor mm	Coeficiente de absorción acústica		Coeficiente de absorción acústica equivalente α_w	Resistencia térmica m ² K/W	Conductividad Térmica W/mK	Reacción ante el fuego
		F (Hz)	α				
Espuma acústica absorbente	50	250	0.40	0.75	1	0.38	Autoextinguible
		500	0.69				
		1000	0.94				
		2000	0.96				
Fieltro Textil	40	250	0.40	0.50	0.8	0.39	Autoextinguible
		500	0.54				
		1000	0.70				
		2000	0.72				
Lana de Roca	50	250	0.62	0.80	1.3	0.19	No contribuye en ninguna fase del fuego
		500	0.87				
		1000	0.87				
		2000	0.87				
Lana de Vidrio	50	250	0.86	0.87	1.5	0.32	No combustible
		500	1.14				
		1000	1.08				
		2000	1.02				

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla mostrada se hizo una comparación objetiva de los valores obtenidos referentes a cada uno de las propiedades físicas en los cuatro materiales absorbentes seleccionados, al hacer esta evaluación se tomaron los espesores de 50 mm para la espuma acústica absorbente, 40 mm para el fieltro textil, 50 mm para la lana de roca y 50 mm para la lana de vidrio que son las presentaciones en la que los materiales vienen de acuerdo a su ficha técnica.

Se aprecia que el mejor coeficiente de absorción acústica de acuerdo a las bandas de octavas desde los 250 Hz hasta los 2000 Hz es el material de lana de vidrio, ya que el coeficiente de absorción acústica y el coeficiente de absorción acústica equivalente están relacionados es lógico pensar que tenga un resultado similar, y efectivamente en este criterio el material de lana de vidrio también es el mejor material que posee el valor más alto con 0.87 como resultado en el criterio de coeficiente de absorción acústica equivalente.

El material con valor representativo más alto en resistencia térmica y por ende tiene mejor oposición al flujo térmico es el material de lana de vidrio con un valor de 1.5 metro cuadrado kelvin por vatio y el material que tiene mejor conductividad térmica, que representa que tiene un mejor comportamiento ante la presencia del calor es la lana de roca dando un resultado de 0.19 vatio por metro kelvin.

Por último, para el criterio de reacción ante el fuego se puede apreciar que ningún material absorbente contribuye a la propagación del fuego en caso se presente.

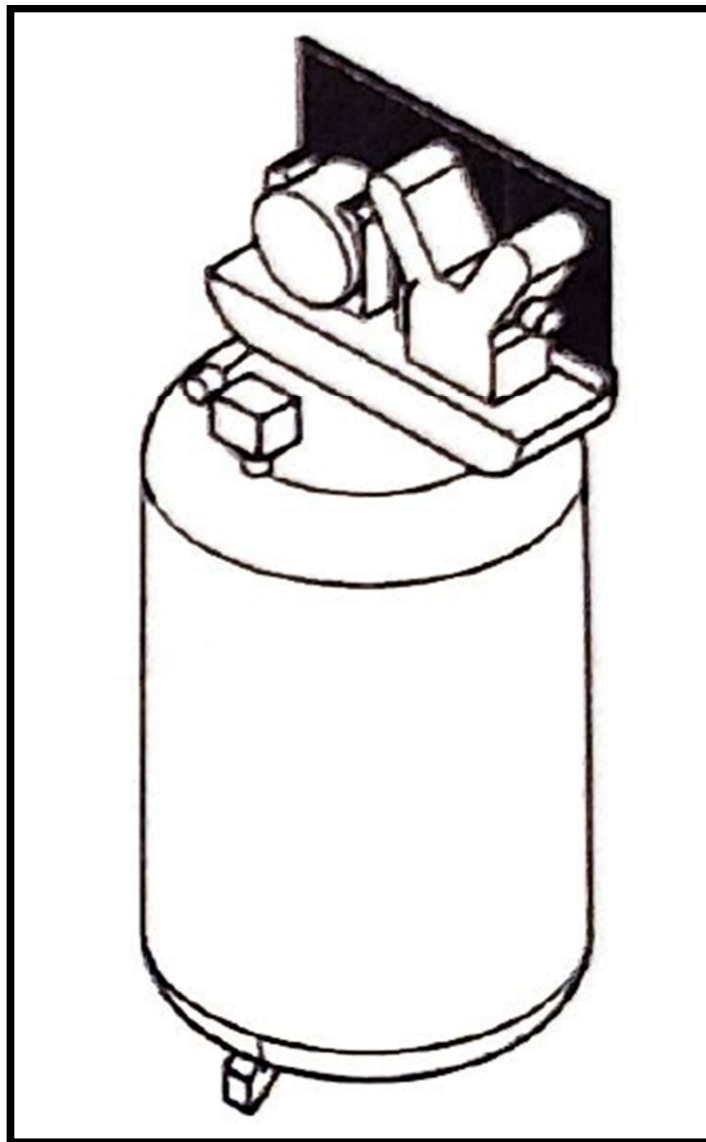
5.4. Diseño e implementación de las cabinas antiruido para las compresoras de aire industriales en el taller de metalmecánica

5.4.1. Modelamiento de motores industriales

Antes de empezar con el diseño de las cabinas antiruido y consecutivamente su ensamblaje se hizo un modelamiento de las compresoras de aire industriales con las medidas extraídas de estas para saber con certeza cuales deberían ser las

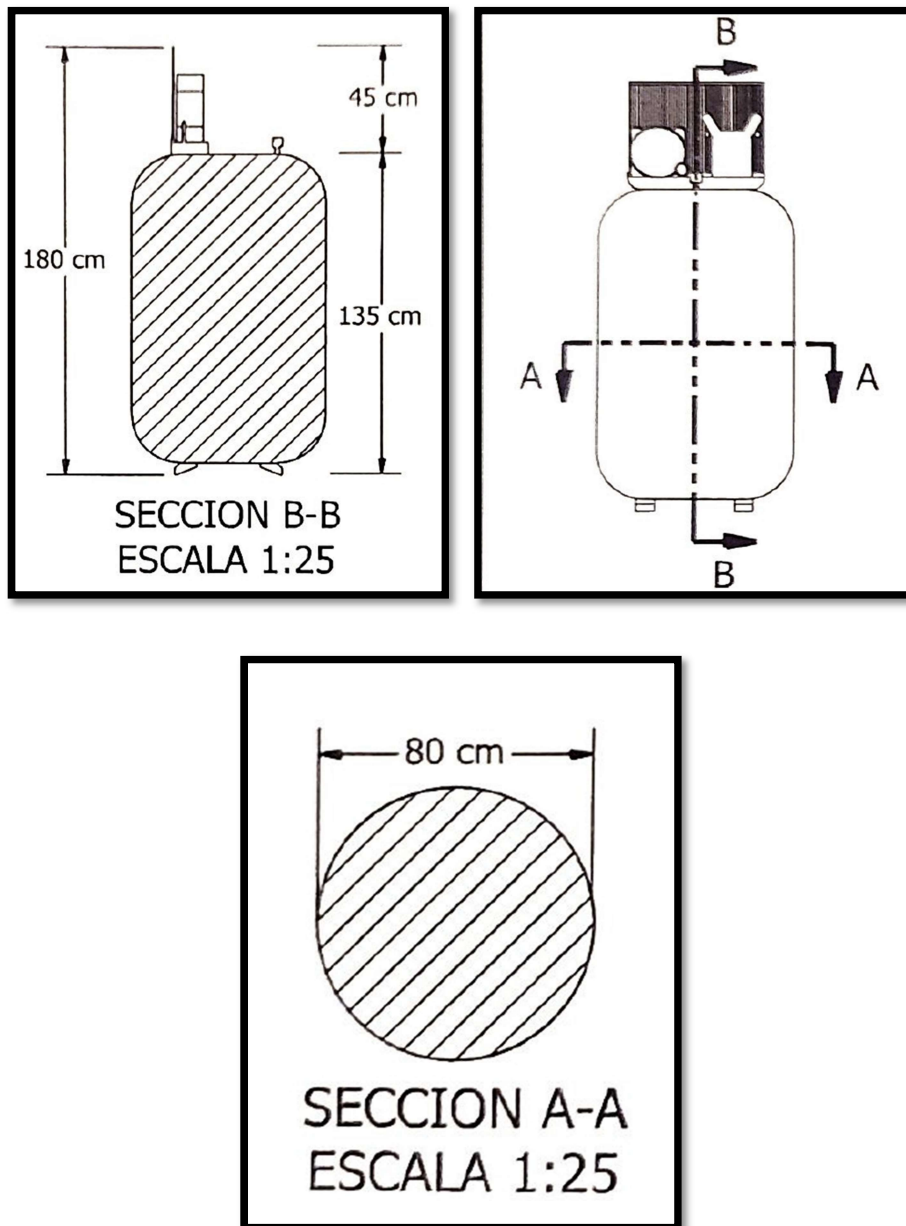
dimensiones de las cabinas antiruido, este modelamiento se realizó en el programa inventor el cual da herramientas necesarias para poder realizar estos planos, a continuación se muestra la estructura de la principal fuente de emisión de ruido, la cual son la compresora de aire número 1 y la compresora de aire número 2 en la cual se encuentran los tanques, los motores eléctricos y cilindros de compresión entre otros como se muestra a continuación.

Fig. 28 Vista Isométrica de compresora de aire N 1



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 29 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Compresora de aire N 1

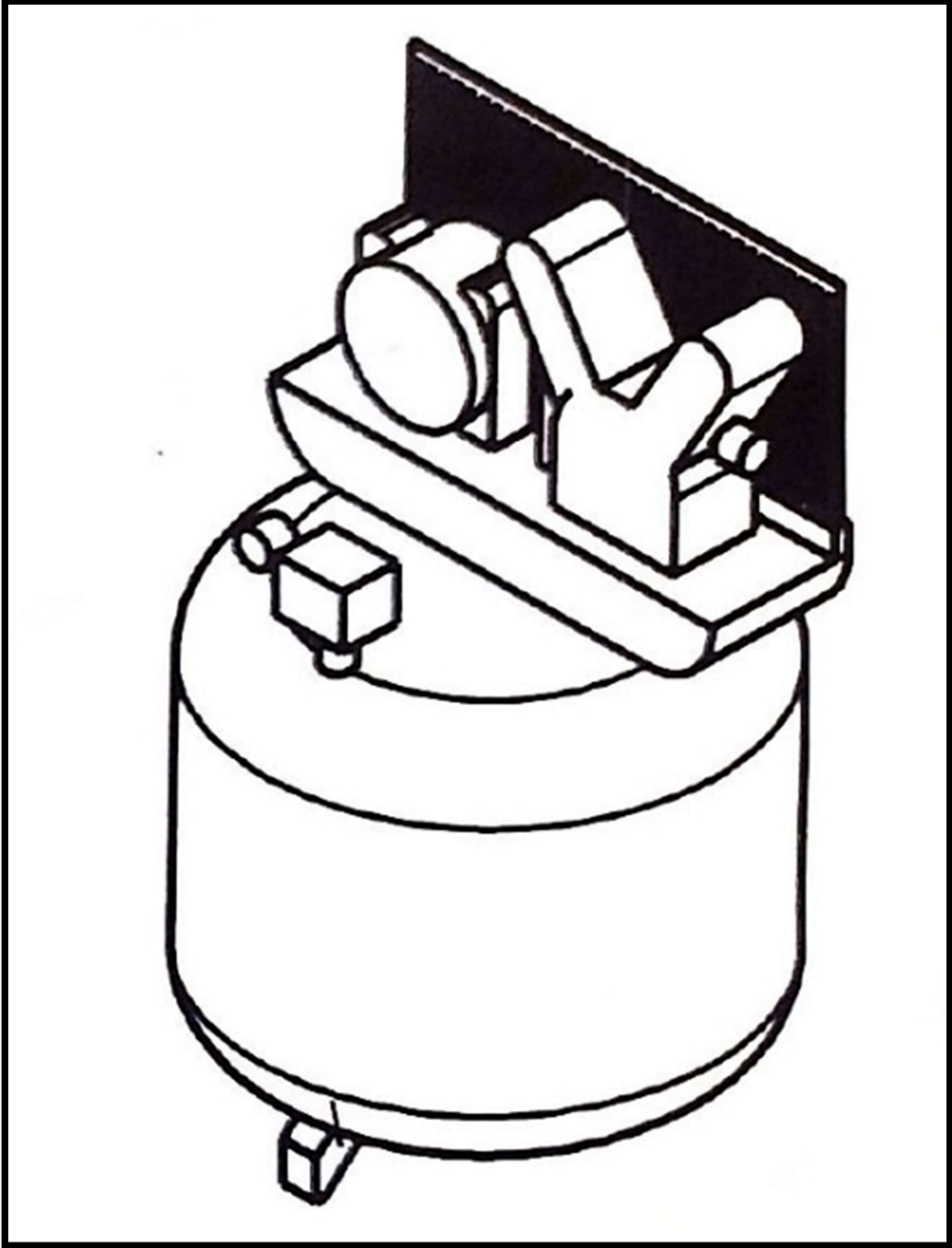


Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las ilustraciones extraídas del plano de los motores en el anexo 3 del presente trabajo de investigación, se observan las dimensiones de la compresora de aire número 1, con estas dimensiones se puede trabajar en el diseño de la cabina antiruido.

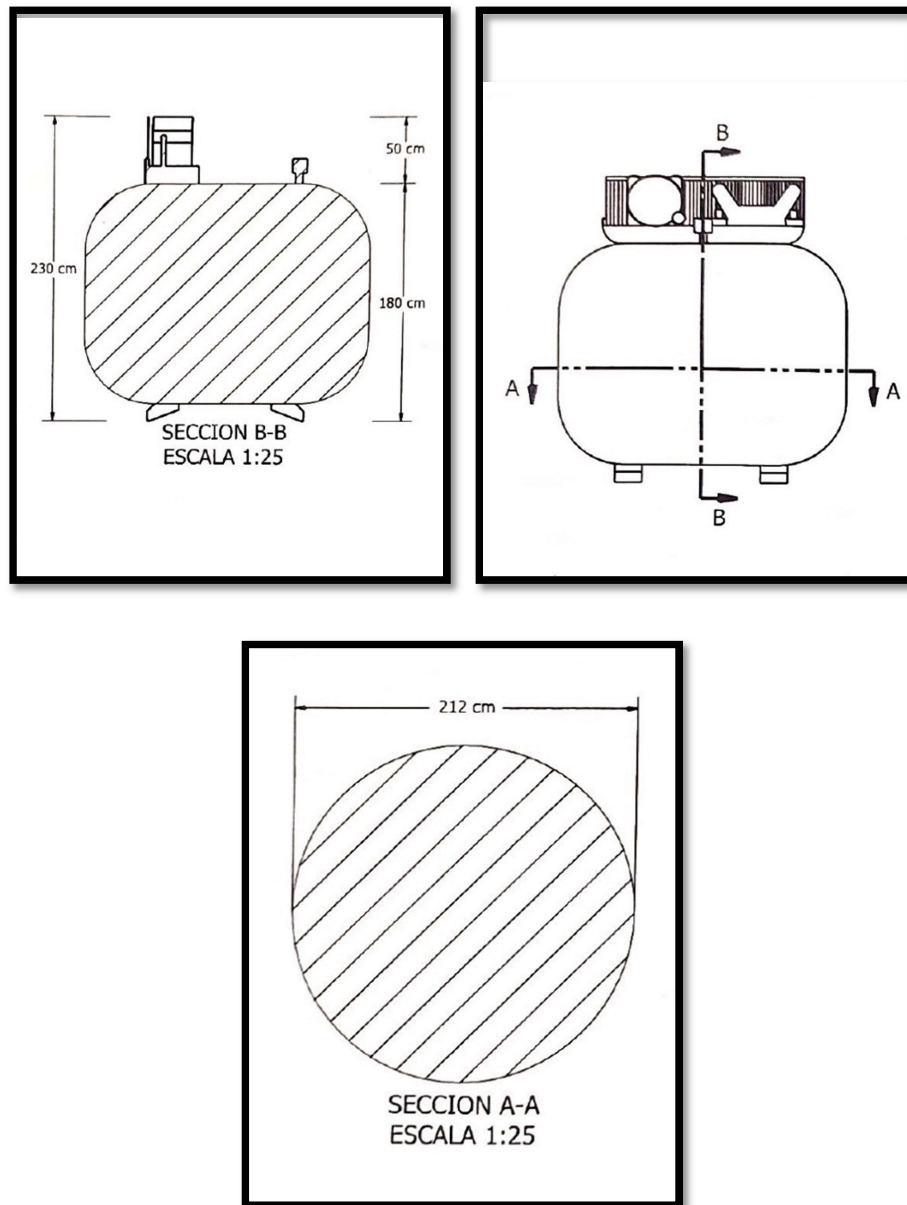
A continuación, se muestran los planos de la estructura principal de la compresora de aire industrial número 2.

Fig. 30 Vista Isométrica de Compresora de Aire Industrial N 2



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 31 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Compresora de aire N 2



Fuente: Elaboración Propia

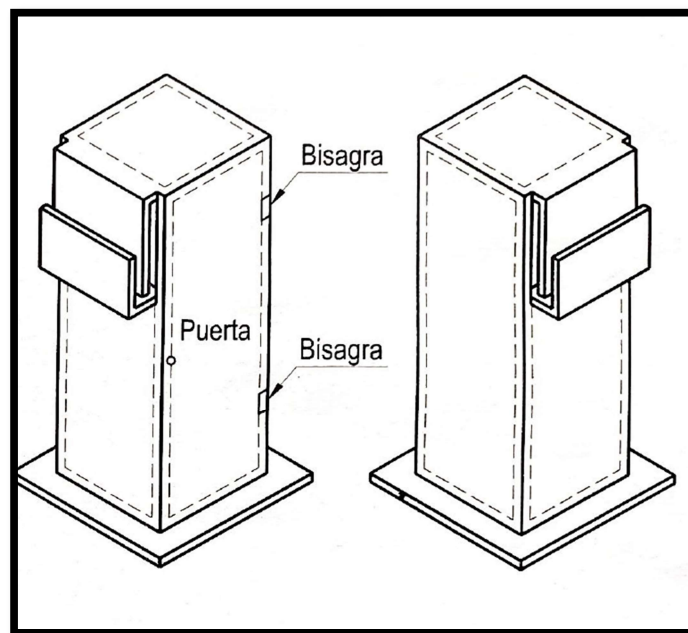
Las ilustraciones anteriores tanto del motor numero 1 como del motor numero 2 muestran la representación de la estructura principal de las compresoras de aire industriales del taller, las cuales son las principales fuentes de emisión de ruido en el área de pintado de la empresa metalmeccánica, estos compresores se encuentran ubicados al costado del almacén de herramientas perteneciente al área de pintado.

5.4.2. Diseño de cabinas antiruido para compresoras de aire industriales

Después de conocer las dimensiones y estructura principal de las compresoras de aire industriales la cual es la principal fuente generadora de ruido en el área de pintado se procedió a diseñar la estructura de las cabinas antiruido que se implementaran en las maquinas compresoras de aire industriales.

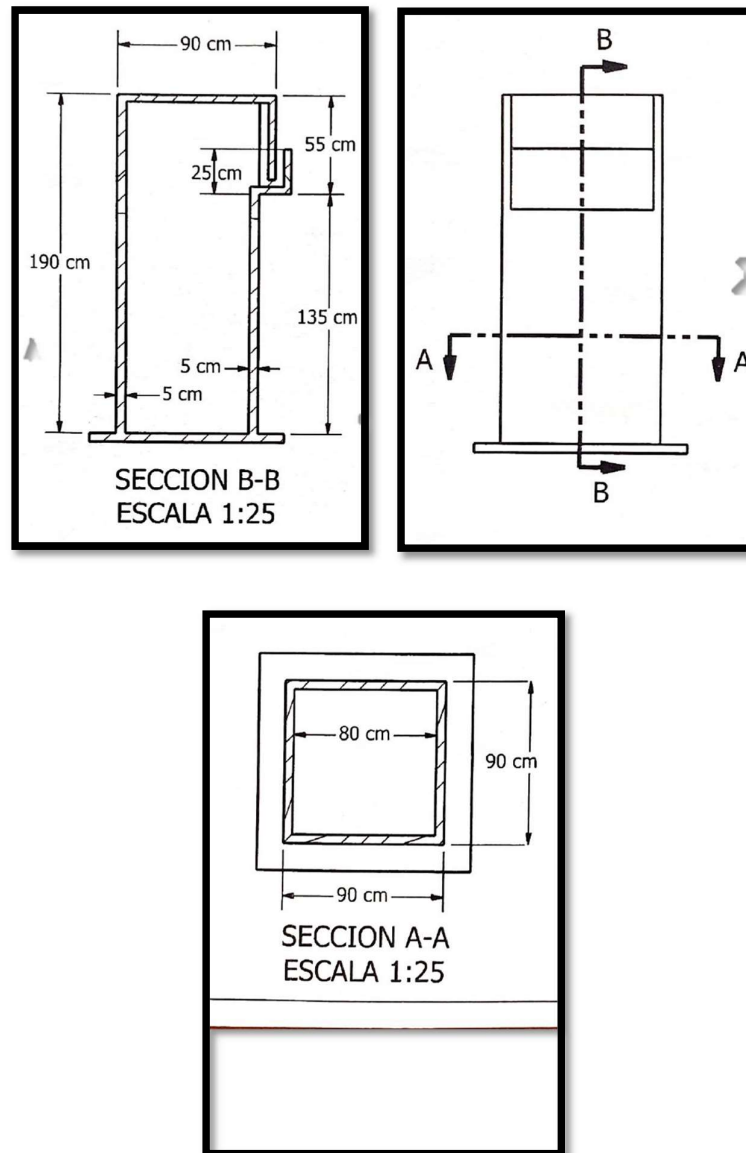
El diseño de las cabinas antiruido toma como punto de referencia el cerramiento hermético con materiales absorbentes, este diseño se hizo con el programa AutoCAD desarrollando en este programa los planos de las cabinas antiruido que se encuentran en el anexo 4 del presente trabajo de investigación “Planos de cabinas Antiruido”. Debido a que las dimensiones de las compresoras de aire industriales son distintas se trabajaron con dos planos diferentes en el desarrollo del diseño de las cabinas antiruido como se muestran a continuación:

Fig. 32 Vista Isométrica de Cabina antiruido para compresora de aire N 1



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 33 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Cabina antiruido para compresora de aire N 1

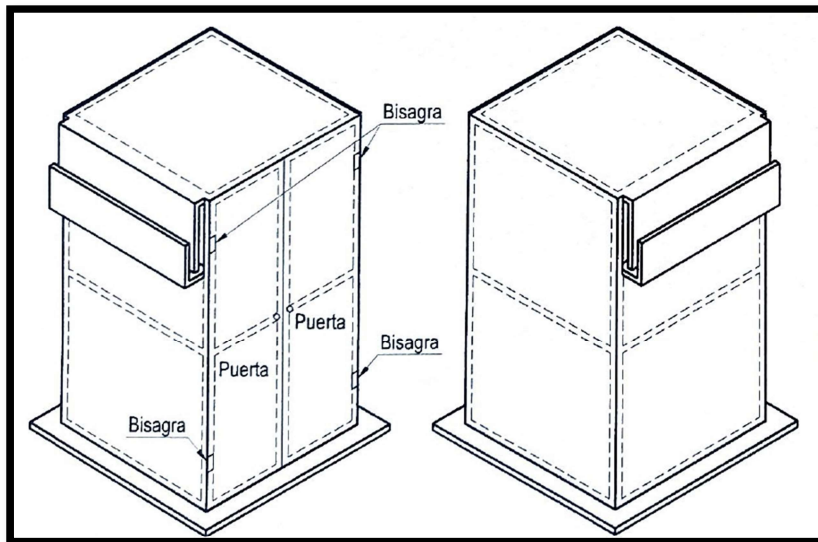


Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño de la cabina antiruido de la compresora de aire industrial número 1 se consideró añadirle una puerta con dos bisagras con el fin de facilitar su instalación al momento de implementarla en campo.

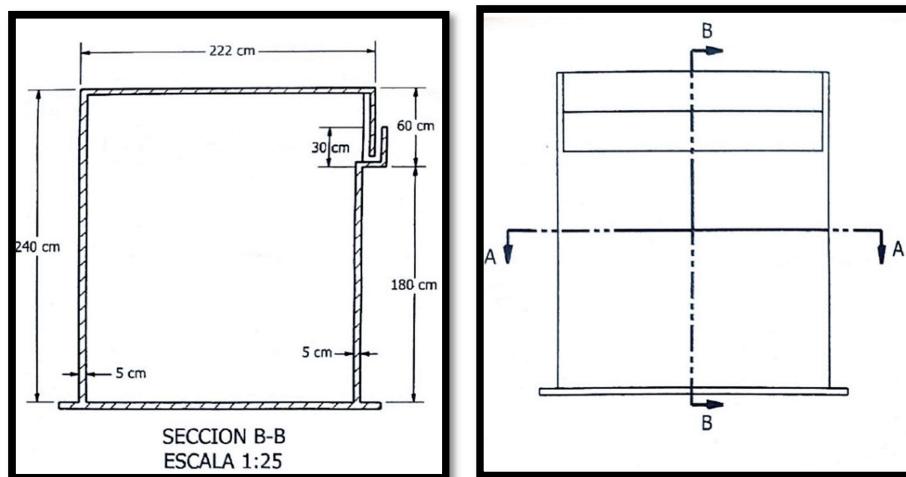
A continuación, se muestran los planos de la estructura principal de la cabina antiruido para la compresora de aire industrial número 2.

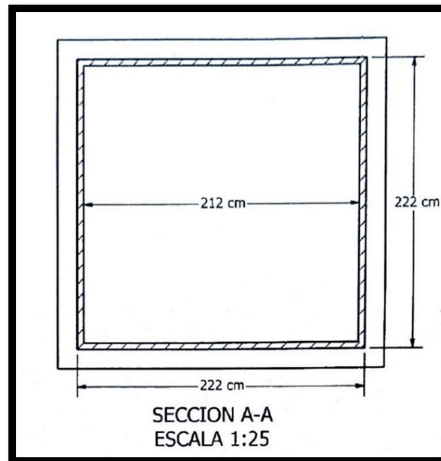
Fig. 34 Vista Isométrica de Cabina antiruido para compresora de aire N 2



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 35 Vista Lateral, Vista Frontal y vista de planta de Cabina antiruido para compresora de aire N 2





Fuente: Elaboración Propia

Debido a sus dimensiones para el diseño de la cabina antiruido de la compresora de aire industrial número 2 se consideró añadirle dos puertas con cuatro bisagras con el fin de facilitar su instalación al momento de implementarla en campo.

En los dos planos se muestran líneas punteadas lo cual representa la estructura metálica de 2 pulgadas que llevaran las cabinas antiruido que forman parte de los cimientos para las cabinas antiruido y a los cuales se les los materiales complementarios y el material absorbente.

En ambos diseños se consideró un compartimiento para el flujo de aire libre con el fin de evitar que los motores estén sofocados y tengan un funcionamiento inadecuado, este diseño se hizo tomando como punto referencial el sistema de reducción de ruido de los silenciadores por cámaras de expansión de los tubos de escape de los autos, generando así una ruta más larga para el ruido emitido por los motores, lo que hace que al golpear las paredes de las cabinas antiruido que están en forma de dos "L" sobrepuestas mitiguen el ruido generado por estos sin perjudicar el flujo de aire que ingresa en las cabinas antiruido como se puede apreciar en las ilustraciones mostradas anteriormente. El detalle del diseño está en el anexo 4 "Planos de Cabinas Antiruido"

5.4.3. Ensamblaje e Implementación de las cabinas antiruido para las compresoras de aire industriales número 1 y número 2

Continuando con el proceso constructivo de las cabinas antiruido inicia con la preparación de los materiales que usaremos para ensamblar las cabinas. Los materiales que se utilizaron para elaborar las cabinas antiruido son los siguientes:

Tabla 19 Materiales para el ensamblaje de cabinas antiruido

Materiales para el ensamblaje de cabinas antiruido	
1	Tubo de metal cuadrado hueco de 2"
2	Lana de vidrio de 50 mm
3	Placa de fibrocemento de 4mm
4	Plancha de triplay de 4 mm
5	Bisagras para puerta
6	Tornillos autoperforantes
7	Base para pintura para cabinas antiruido
8	Pintura amarilla para cabina antiruido
9	Pintura negra para cabina antiruido

Fuente: Elaboración propia

Después de reunir los materiales que se usaran en el proceso constructivo de las cabinas antiruido se comienza a armar la estructura de estas con el tubo de metal cuadrado, la primera cabina antiruido tiene las siguientes medidas de 90 cm de lado x 90 cm de lado x 190 cm de alto y la segunda cabina antiruido tiene las medidas de 222 cm de lado x 222 cm de lado x 240 cm de alto, ambas cabinas antiruido tienen forma de un prisma rectangular de base cuadrada tal cual se puede apreciar en las imágenes:

Fig. 36 Estructura de Cabina Antiruido N 1



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 37 Estructura de Cabina Antiruido N 2



Fuente: Elaboración Propia

Culminada la estructura de metal que servirá de base para las cabinas antiruido se procede a instalar la placa de fibrocemento de 4 mm en el interior de las cabinas, estas

placas de fibrocemento se adhirieron a la estructura metálica con tornillos autoperforantes, la placa de fibrocemento de 4 mm sirve como barrera entre el calor que desprende el equipo y la lana de vidrio, además protege también a la lana de vidrio de aceites, polvo y otros agentes que puedan contaminar y deteriorar el material absorbente. Seguidamente se instaló la lana de vidrio entre el espacio que existe entre la placa de fibrocemento de 4 mm (cobertura interna) y las placas de triplay de 4 mm (cobertura externa).

Fig. 38 Instalación de Placa de Fibrocemento y Lana de Vidrio



Fuente: Elaboración Propia

Luego del ensamblaje de las placas de fibrocemento se procedió a rellenar con el material de lana de vidrio seguido se unió las planchas de triplay (cobertura exterior) a la estructura metálica con tornillos autoperforantes, las planchas de triplay sirven como barrera de protección entre el material absorbente y los agentes del exterior que puedan contaminar, maltratar o desgastar el material absorbente.

Fig. 39 Instalación de placas de triplay (cobertura exterior)



Fuente: Elaboración Propia

Por último, para darle mejor acabado a las cabinas antiruido se pintó en todo su contorno con una capa de pintura base blanca y en las puertas de ambas cabinas franjas de color amarillo y negro con el fin de advertir de manera visual de su función.

Fig. 40 Pintado de Cabinas Antiruido

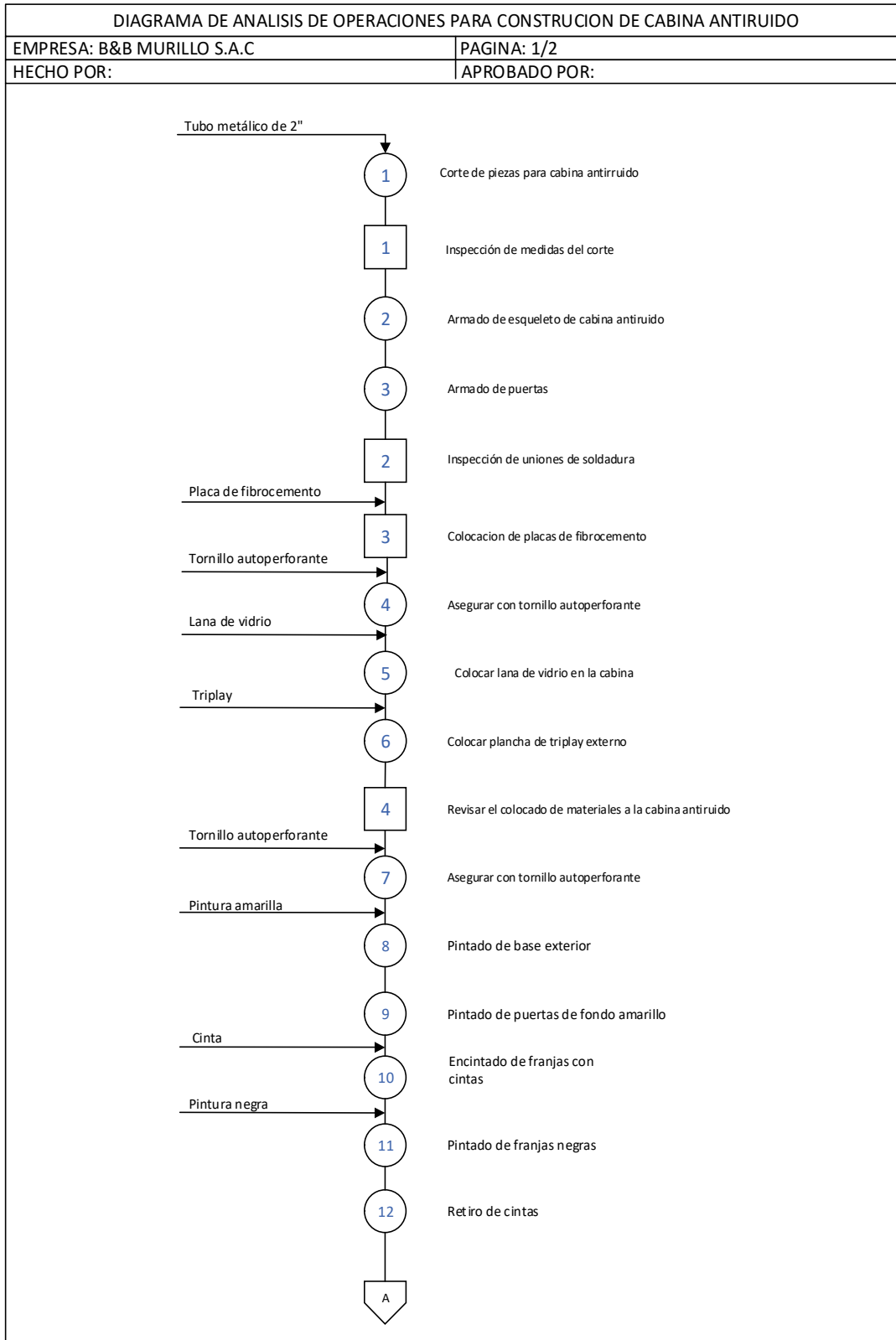


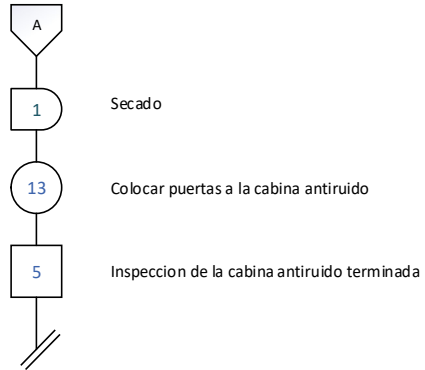
Fuente: Elaboración Propia





5.4.4. DAP de proceso de fabricación de las cabinas antiruido

A continuación, se presenta el DAP del proceso de fabricación de las cabinas antiruido

Tabla 20 DAP del proceso de fabricación de cabinas antiruido





Simb.	Descripción	Cant.
	Operación	13
	Inspección	5
	Transporte	0
	Demora	1

Fuente: Elaboración Propia

5.4.5. Presupuesto de la implementación de las cabinas antiruido

A continuación, se muestra el presupuesto de la implementación de las cabinas antiruido en la empresa ByB Murillo.

Tabla 21 Presupuesto de Implementación de cabinas antiruido

<i>RECURSOS</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TIPO</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>COSTO</i>
<i>MATERIAL</i>	10	Plancha de fibrocemento	Tapa de la estructura	S/.280
	10	Plancha de triplay		S/.230
	12	Tubo metálico de 2"	Armado de estructura	S/.420
	4	Paquetes de lana de vidrio	Material aislador de ruido	S/.320
	6	Bisagras de puerta	Puerta	S/.6
	1	Paquete de tornillo autoperforante	Asegurador de las tapas	S/.25
	2	Bolsas de base blanco exterior	Pintado exterior de la cabina	S/.24
	1	Galón de pintura amarilla reflectiva	Señalización de las puertas de la cabina antiruido	S/.45
	1	Galón de pintura negra reflectiva		S/.45
<i>SERVICIO</i>	1	Operario soldador	Mano de obra	S/.150
	2	Mediciones de ruido ocupacional	Servicio y Elaboración de Informe	S/.885
<i>EQUIPOS</i>	2	Máquina de soldar	Equipos a utilizar al momento de armar la estructura de las cabinas antiruido	S/.30
	20	soldadura		
	1	Taladro inalámbrico		
	1	Esmeril		
	1	Herramientas manuales		
<i>TOTAL</i>				<i>S/.2460</i>

Fuente: Elaboración propia

5.5. Reevaluación para verificar la reducción del nivel de ruido después de la implementación de las cabinas antiruido

Después de terminar el ensamblado de las cabinas antiruido se procedió a transportarlas hacia el taller de la empresa ByB Murillo, una vez en la empresa se procedió a instalar las cabinas antiruido en las compresoras de aire industrial número 1 y número 2.

Fig. 41 Instalación de cabinas antiruido



Fuente: Elaboración Propia

5.5.1. Punto de monitoreo después de la implementación de la cabina antiruido

Después de la implementación de las cabinas antiruido en las compresoras de aire industriales número 1 y número 2 se realizó la medición en el área de Pintado de la empresa ByB Murillo, la descripción del punto de medición se describe en la siguiente tabla.

Tabla 22 Descripción del punto de medición después de la implementación de las cabinas antiruido

Código de identificación	N° de Medición	Descripción	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo
RO-01	1	Interior del área metalmecánica	16-05-2022	10:45 a.m.

Fuente: [78]

Como ya se mencionó anteriormente la empresa ByB Murillo se encuentra en cerro colorado, en la urbanización Bustamante y Rivero sector II como se muestra en la imagen, de acuerdo a la vista satelital se identifica el lugar de la zona en la cual se realizó a cabo el monitoreo de sonometría

Fig. 42 Ubicación de la empresa



Fuente: [78]

5.5.2. Instrumento de monitoreo después de la implementación de cabinas antiruido

El instrumento de medición que se ha usado para la realización del monitoreo de ruido ocupacional, el cual se ejecutó en el área de pintado de la empresa, específicamente en las maquinas compresoras de aire industriales es el que se muestra a continuación

Tabla 23 Descripción del equipo utilizado para la medición de ruido

Equipo	Código interno	Marca	Modelo	Serie	Uso
Sonómetro	EL/SN/14	Larson	LXT-1	6366	Determinar el nivel de ruido

Fuente: [78]

Fig. 43 Sonómetro Larson LXT-1



Fuente: [78]

El sonómetro Larson LXT – 1 Serie 6366 que se usó para determinar el nivel de ruido es un instrumento debidamente calibrado como se muestra en su certificado de calibración. Para mayor detalle sobre el certificado de calibración del sonómetro Larson LXT – 1 Serie 6366 revisar el anexo 5 “Informe de monitoreo de ruido después de la implementación de cabinas antiruido”.

5.5.3. Resultados del monitoreo para determinar el nivel de ruido que generan las compresoras después de la implementación de las cabinas antiruido

Después de implementar las cabinas antiruido en las compresoras de aire industriales se tomó la medición en el área de pintado del taller de metalmecánica de la empresa ByB Murillo orientando el sonómetro hacia la fuente de generación de ruido

El día en que se llevó a cabo el monitoreo se generó ruido derivado de las actividades cotidianas de pintado que se realiza en el área de la misma manera que se hizo en la primera medición

Se verifico el correcto funcionamiento del equipo y su calibración según su certificado el cual se encuentra en el anexo 5 “Informe de monitoreo de ruido después de la implementación de cabinas antiruido”

Fig. 44 Sonómetro utilizado para la medición



Fuente: Elaboración Propia

El segundo monitoreo de sonometría después de la implementación de las cabinas antiruido dio como resultado los siguientes datos:

Tabla 24 Resultados del segundo monitoreo de ruido ocupacional del área de pintado después de la implementación de las cabinas antiruido

NIVELES DE RUIDO	
Nivel de presión sonora máxima Lmax dB (A)	91.5 dB
Nivel de presión sonora mínima Lmin dB (A)	51.4 dB
Nivel de presión sonora pico Lpeak dB (C)	108.6 dB
Nivel de Presión sonora equivalente Leq / TWA dB (A)	74.54 dB

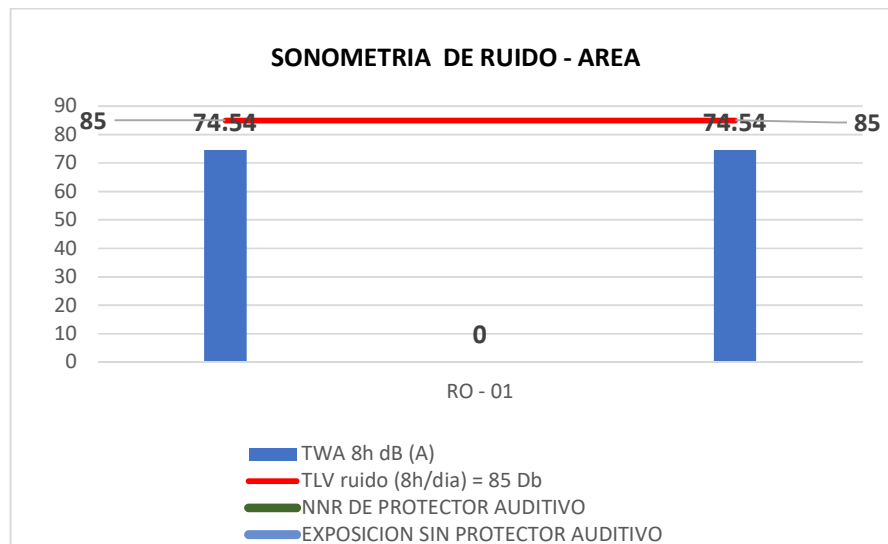
Fuente: [78]

Tabla 25 Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR después de la implementación de las cabinas antiruido

Código de Identificación	TWA (8h) dB (A)	NRR de protección auditivo marca 3M OPTIME 105	NRR de protección auditiva marca 3M OPTIME 105 dB (A)	Exposición sin protector auditivo	¿Cumple con la norma?
RO-01	74.54	0	0	74.54	SI CUMPLE

Fuente: [78]

Gráfico 2 Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.



Fuente: [78]

Como se observa en el gráfico el nivel de ruido para 8 horas de exposición en el área de metalmecánica, en el punto de medición RO-01 después de implementar las cabinas antiruido da como resultado 74.54 dB, este valor está por debajo de límite máximo permisible establecido en la R.M. N° 375-2008-TR. Por todo lo antes ya mencionado se puede afirmar que cumple con la norma.

Fig. 45 Segundo monitoreo de ruido ocupacional en área de pintado después de la implementación de cabinas antiruido



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 6

RESULTADOS E INTERPRETACION

6.1. Determinar el nivel de ruido que generan las compresoras de aire industriales en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C a través de monitoreo de ruido.

En la siguiente tabla N°23 se precisa la primera evaluación del ruido mediante sonometría en el área de pintado, la cual haciendo comparación con la R.M. 375-2008-TR se evidencia que sobrepasa los 85 dB de exposición para un jornal diario de 08 horas.

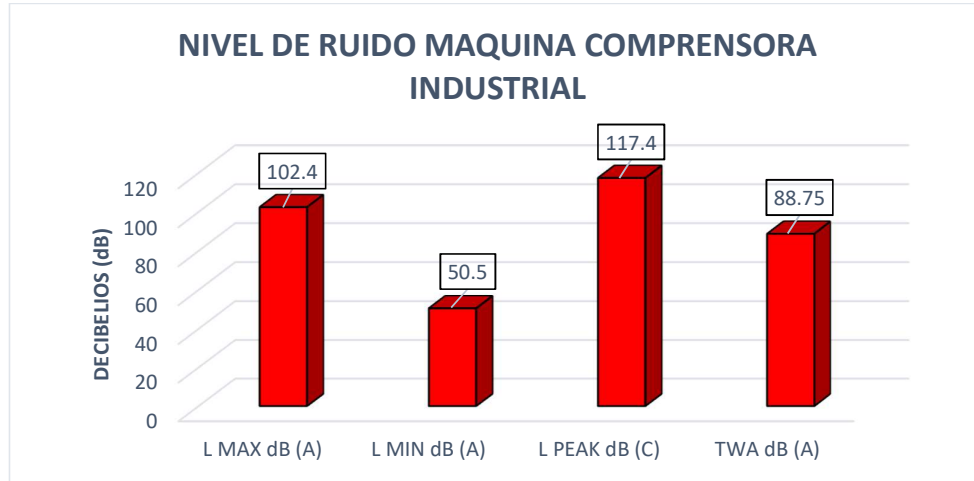
La primera evaluación del nivel de ruido máximo fue de 88,75 dB, generado por las maquinas compresoras de aire.

Tabla 26 Resultados de muestreo antes de la implementación de las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire.

Código	Área de trabajo	Descripción del punto de monitoreo	Fecha y hora del monitoreo	Niveles de ruido			Twa dB (A)
				L Max dB (A)	L Min dB (A)	L Peak dB (C)	
RO - 01	B&B MURILLO - METALMECANICA	INTERIOR DEL AREA DE METALMECANICA PUESTO DE PINTADO EN EXPOSICION A 8 HORAS	10/02/2022 10:36 AM	102.4	50.5	117.4	88.75

Fuente: [78]

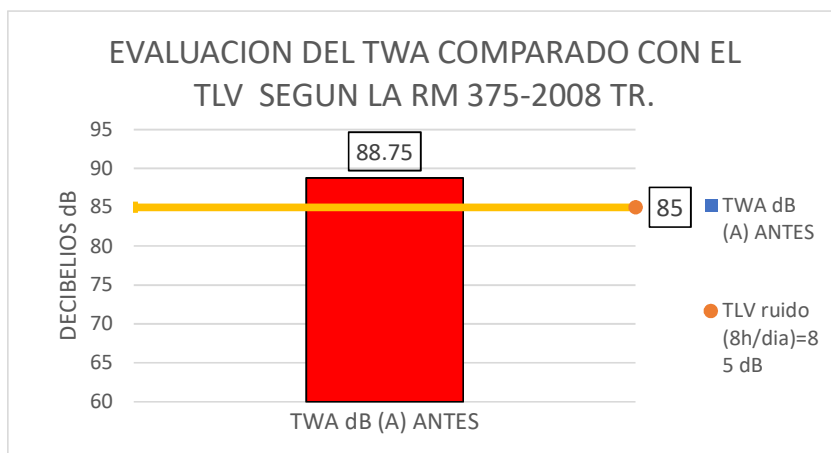
Gráfico 3 Nivel del ruido de las maquinas compresoras de aire



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°3 se aprecia los resultados de la medición de las maquinas compresoras de aire del taller de B&B murillo el cual indican el ruido máximo Lmax dB (A) con 102.4 dB (A), el ruido mínimo Lmin (A) con 50.5 dB (A) y el ruido equivalente Lpeak (C) con 117.4 dB (C), así mismo se aprecia que el TWA llega a un 88.75 dB para un horario de 8 horas de trabajo.

Gráfico 4 Nivel de presión sonora equivalente leq TWA dB (A) antes de la implementación de las cabinas antiruido y su comparación con el valor límite tolerable según normativa la RM 375-2008 TR.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°4 se aprecia la primera evaluación del ruido que genera las máquinas compresoras de aire y su valor final para un trabajo diario de 8 horas la cual arroja un valor de 88.75 dB superando un 3.75 dB lo que significa que según el valor límite tolerable estipulado en la RM 375-2008 TR para un trabajo de 8 horas no debería superar los 85 dB ya podría causar daños al personal de trabajo.

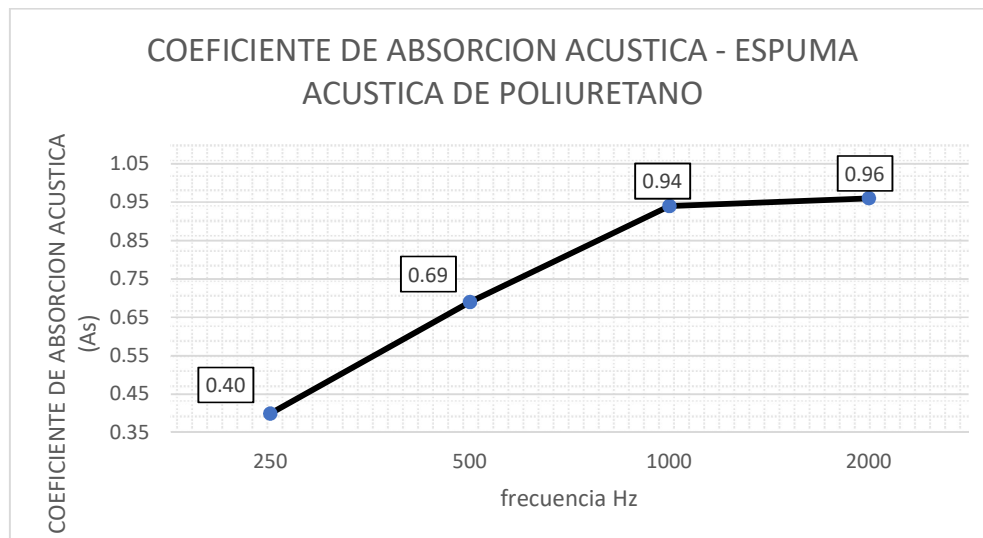
6.2. Evaluar el tipo de material absorbente más apropiado de acuerdo a sus características físicas para disminuir los niveles de ruido.

6.2.1. Evaluación e interpretación de los resultados coeficiente de absorción acústica α_s .

En los análisis correspondientes del nivel de absorción acústica y su comparación con los valores obtenidos, estas serán comparadas mediante gráficos en frecuencias comunes que brindan dichos materiales y serán evaluadas de 250Hz, 500Hz, 1000Hz y 2000Hz respectivamente.

6.2.1.1. Espuma acústica de poliuretano

Gráfico 5 Valores del coeficiente de absorción acústica – espuma acústica de poliuretano

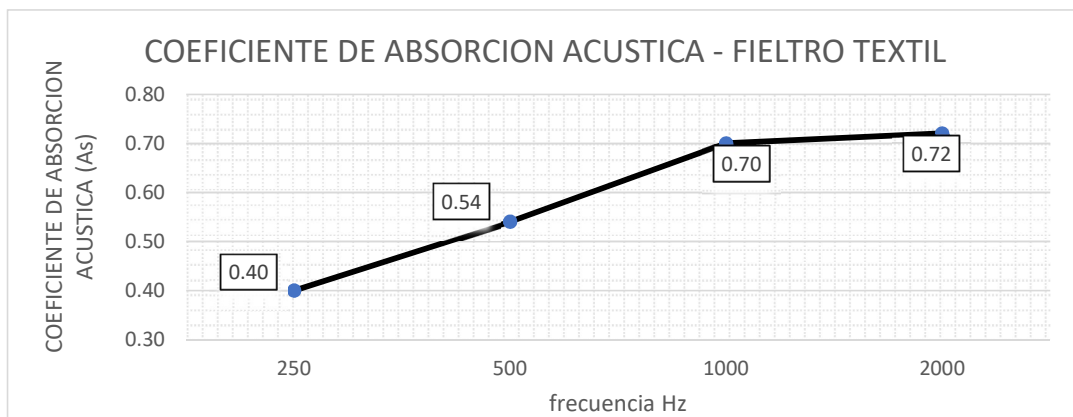


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°3 se detalla los coeficientes de absorción acústica frente una determinada línea de dispersión de frecuencias para la espuma acústica de poliuretano, en frecuencias que va desde 250 Hz hasta los 2000 Hz, para una frecuencia de 250 Hz su coeficiente de absorción es de 0.40 por lo tanto un 40% de la fuerza acústica es retenida, para la siguiente medición de 500 Hz su coeficiente de absorción es de 0.69 por lo tanto un 69% de la fuerza acústica es retenida, para una frecuencia de 1000 Hz su coeficiente de absorción es de 0.94 por lo tanto un 94% de la energía es retenida y por ultimo para una frecuencia de 2000 Hz su coeficiente de absorción es de 0.96 por lo tanto un 96% de la energía producida es retenida por la espuma acústica de poliuretano.

6.2.1.2. Filtro textil

Gráfico 6 Valores del coeficiente de absorción acústica – filtro textil



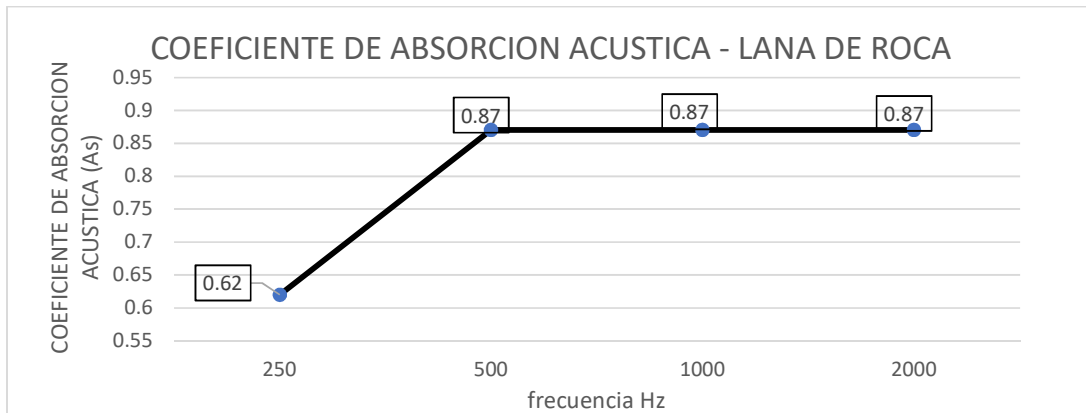
Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°4 se aprecia los coeficientes de absorción acústica frente una determinada línea de frecuencias para el filtro textil en frecuencias que va desde 250 Hz hasta los 2000 Hz, para una frecuencia de 250 Hz su coeficiente de absorción es de 0.40 por lo tanto un 40% de la fuerza acústica es retenida, en 500 Hz su coeficiente de absorción es de 0.54 por lo tanto un 54% de la fuerza acústica es retenida, en una frecuencia de 1000 Hz es de 0.70 por lo tanto un 70% de la fuerza acústica es retenida

y finalmente en frecuencia de 2000 Hz es de 0.72 por lo tanto un 72% de la fuerza acústica es retenida por el material de fieltro textil

6.2.1.3. Lana de roca

Gráfico 7 Valores del coeficiente de absorción acústica – lana de roca

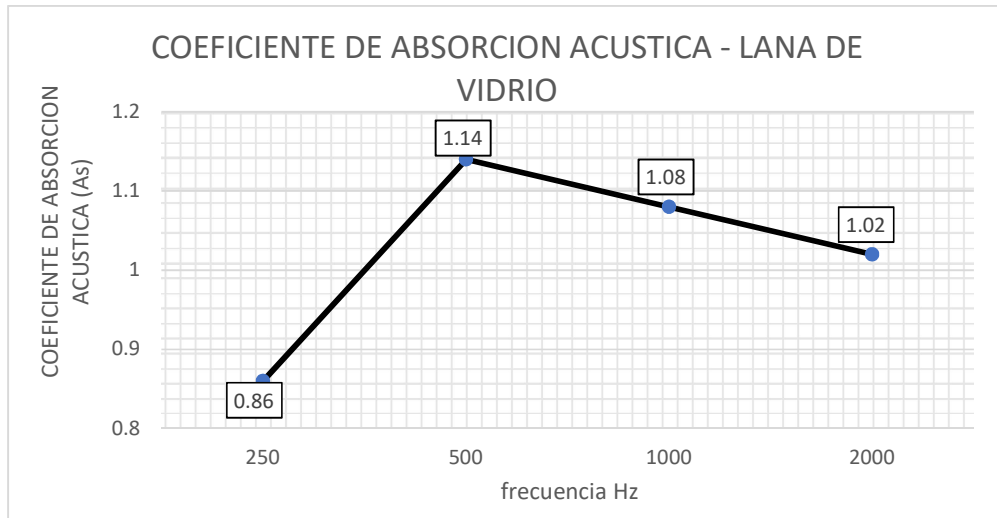


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°5 se aprecia los coeficientes de absorción acústica frente a una determinada línea de frecuencias para el material de lana de roca en frecuencias que va desde 250 Hz hasta los 2000 Hz, para una frecuencia de 250 Hz su coeficiente de absorción es de 0.62 por lo tanto un 62% de la fuerza acústica es retenida, para las siguientes mediciones de 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz su coeficiente de absorción de los tres es de 0.87 por lo tanto un 87% de la energía producida es retenida por la lana de roca.

6.2.1.4. Lana de vidrio

Gráfico 8 Valores del coeficiente de absorción acústica – lana de vidrio



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°6 se aprecia los coeficientes de absorción acústica frente una determinada línea de frecuencias para el material de lana de vidrio en frecuencias que va desde 250 Hz hasta los 2000 Hz, para una frecuencia de 250 Hz su coeficiente de absorción es de 0.82 por lo tanto un 82% de la fuerza acústica es retenida para una frecuencia de 500 Hz su coeficiente de absorción es de 1.14 por lo tanto un 114% de la fuerza acústica es retenida en la frecuencia de 1000 Hz su coeficiente de absorción es de 1.08 por lo tanto un 108% de la fuerza acústica es retenida y finalmente en la frecuencia de 2000 Hz su coeficiente de absorción es de 1.02 por lo tanto un 102% de fuerza acústica es retenida por el material de lana de vidrio

Es por ello por lo tanto de acuerdo a las frecuencias que oscilan entre los 250 Hz hasta los 2000 Hz el material que mejor absorción acústica presenta según las fichas técnicas es la lana de vidrio llegando a valores de absorción hasta los 1.14 Hz de absorción de ruido.

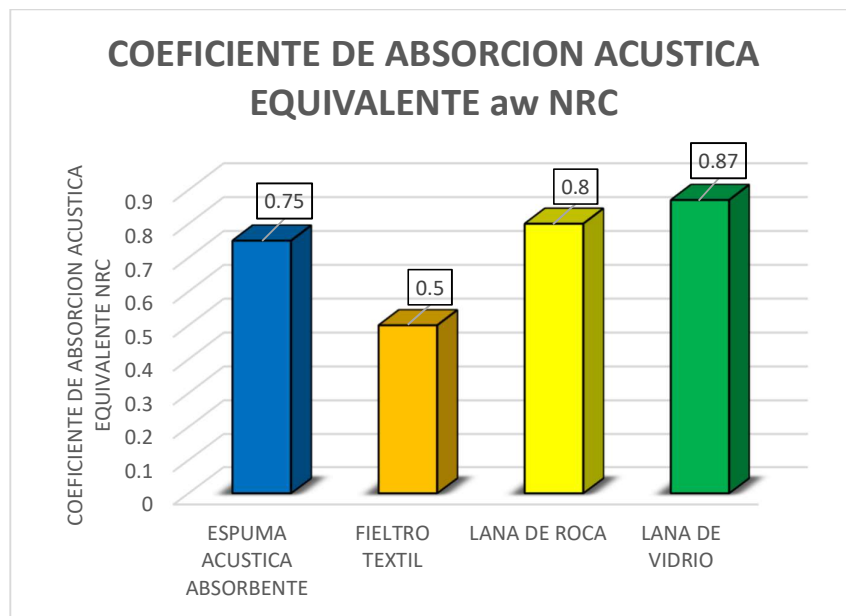
6.2.2. Evaluación e interpretación de los resultados del coeficiente de absorción acústica equivalente α_w NRC

Tabla 27 Coeficiente de absorción equivalente NRC

EVALUACION DEL COEFICIENTE DE ABSORCION			
Espuma acústica de poliuretano	Filtro textil	Lana de roca	Lana de vidrio
0.75	0.50	0.80	0.87

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9 Interpretación del resultado del coeficiente de absorción acústica equivalente al material



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°8 se procedieron a evaluar los coeficientes de absorción acústica equivalente de acuerdo a su unidad de medida en α_w NRC, serán evaluados los siguientes materiales: espuma acústica absorbente, filtro textil, lana de roca y lana de

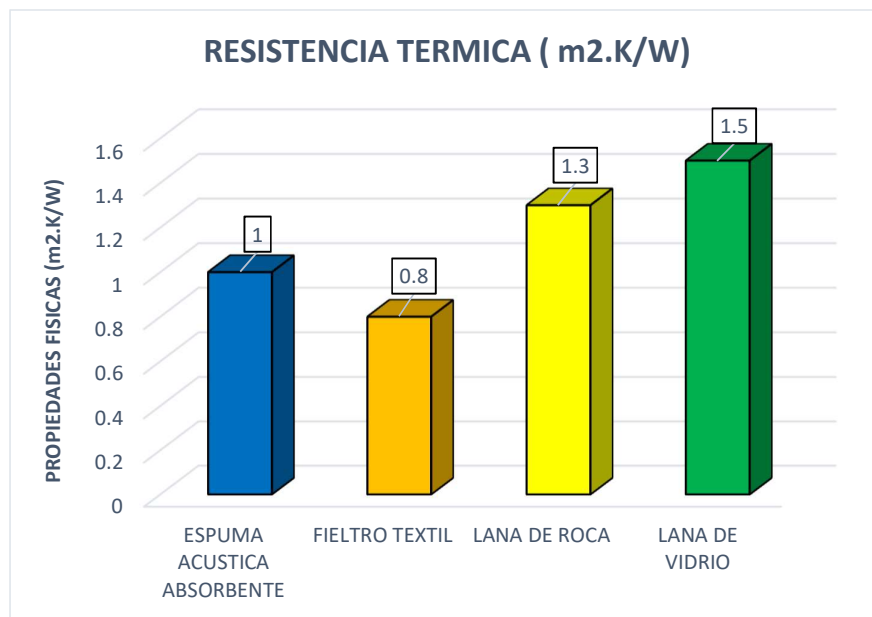
vidrio, la espuma acústica absorbente tiene un 0.75% de absorción de ruido, el fieltro textil con un 0.5% de absorción de ruido seguidamente se tiene la lana de roca con un 0.8% de absorción de ruido finalmente la lana de vidrio con un 0.87% de absorción de ruido, el cual según valores brindados por las fichas técnicas de cada material, la lana de vidrio vendría ser el material con más ventajas de absorción acústica y equivalente NRC de acuerdo a las propiedades que están representadas en dichas tablas.

Según los valores brindados por las fichas técnicas de los materiales la lana de vidrio vendría ser el mejor material con más ventajas de absorción acústica y equivalente NRC de acuerdo a las propiedades que están representadas en dichas tablas.

6.2.3. Evaluación e interpretación de resultados de las propiedades físicas

6.2.3.1. Resistencia Térmica

Gráfico 10 Resistencia térmica del material absorbente



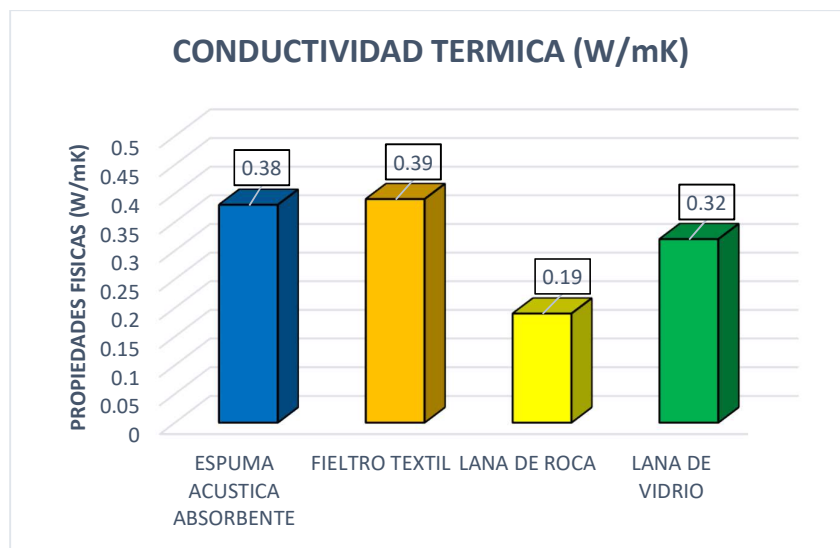
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°8 se muestra los valores de cada uno de los materiales y sus propiedades físicas y están representadas por cuatro materiales los cuales son espuma acústica absorbente, fieltro textil, lana de roca, lana de vidrio. Para lo cual son

evaluados mediante un cuadro de porcentaje según las propiedades físicas de cada material y su unidad de medida de $m^2.K/W$, lo que indica que el material lana de vidrio presenta el valor más óptimo con $1.5 m^2.K/W$ que el material de lana de roca que presenta un $1.3 m^2.K/W$, después de la espuma acústica con $1 m^2.K/W$ y finalmente el fieltro textil con $0.8 m^2.K/W$ de resistencia térmica de acuerdo a los datos la mejor opción sería la lana de vidrio debido a su valor alto en resistencia térmica.

6.2.3.2. Conductividad Térmica

Gráfico 11 Conductividad térmica del material absorbente



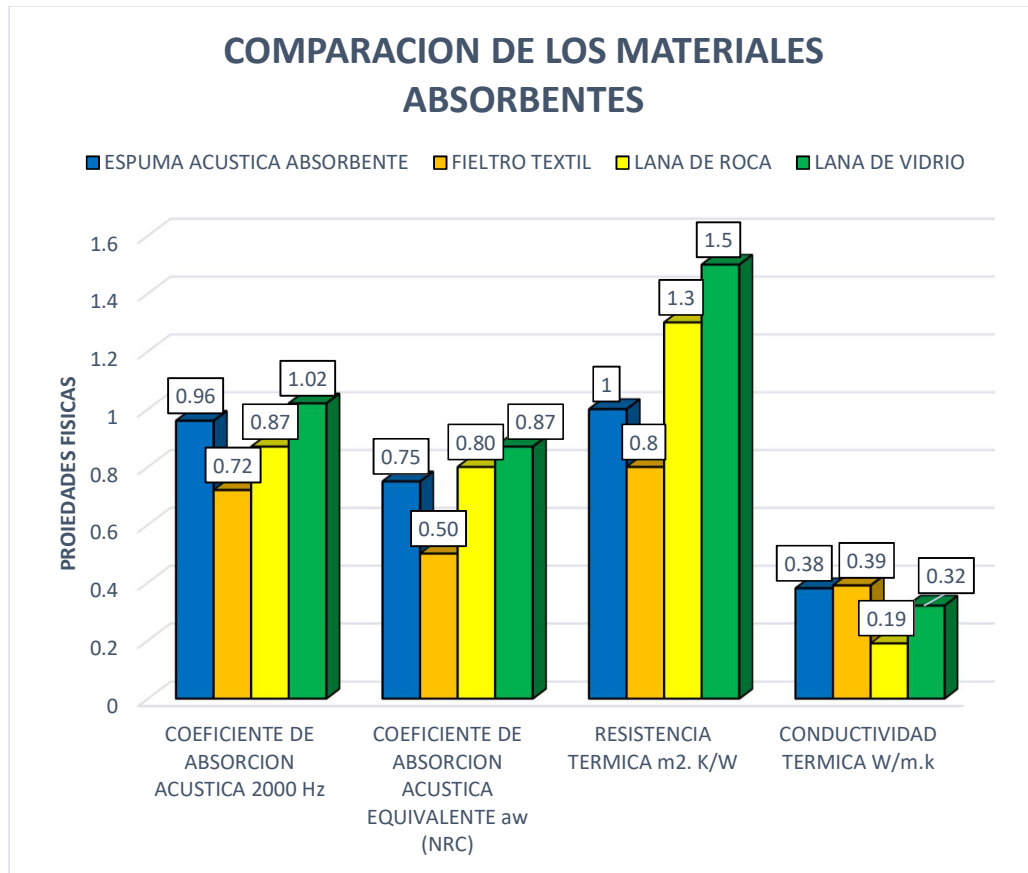
Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N°10 se muestra los valores y su comparación de la conductividad térmica de cada una de los materiales y su unidad de medida en $W/m.k$. Para lo cual según se puede apreciar en el gráfico que el fieltro textil posee la mayor conductividad térmica con $0.39 W/m.k$, la espuma acústica absorbente posee un $0.38 W/m.k$. seguido de la lana de vidrio con un $0.32 W/m.k$. y finalmente la lana de roca con un $0.19 W/m.k$. de conductividad térmica de acuerdo los datos brindados la lana de roca sería la mejor opción debido a su baja conductividad, pero debido a que solo es un punto a favor se

tomara en cuenta el siguiente material que vendría ser la lana de vidrio ya que presenta mejores opciones al momento de la comparación general de los materiales.

6.2.3.3. Comparación de todas las propiedades físicas de los materiales absorbentes

Gráfico 12 Comparación de propiedades físicas de los materiales absorbentes.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°10 se muestra el valor de las propiedades físicas de cada material acuerdo a las hojas técnicas, como se puede ver el material que tiene el mejor coeficiente de absorción acústica es la lana de vidrio con 1.02 seguido de la espuma acústica absorbente con 0.96, seguido de la lana de roca con 0.87 y finalmente el filtro textil con 0.72 que posee el menor coeficiente de reducción de ruido.

Para el coeficiente de absorción acústica equivalente el material con mejor absorción vendría a ser la lana de vidrio con un 0.87, seguido de la lana de roca con un 0.80 de absorción, de ahí se tiene a la espuma acústica absorbente con 0.75 y por último el fieltro textil con 0.50 de absorción del ruido

Seguidamente se evaluó la resistencia térmica de los materiales, el material con mayor resistencia térmica que hay es la lana de vidrio con 1.5 m². K/W seguido de la lana de roca con un 1.3 m². K/W y la espuma acústica y fieltro textil que presentan valores de 1 y 0.8 m². K/W respectivamente

Y finalmente en la conductividad térmica, en la cual el valor que se aproxime más a cero es el mejor valor debido a que mientras más bajo sea el valor del material será menos conductor térmico, aquí se obtuvo que el material de lana de roca presenta el 0.19 W/m. K seguido del material la lana de vidrio con un 0.32 W/m. K, después se ubica la espuma acústica absorbente con un 0.38 W/m. K y finalmente con el fieltro textil que presenta un valor de 0.39 W/m. K lo que significa que estos tres últimos materiales presentan valores altos de conducción térmica.

El motivo de las comparaciones y evaluaciones de los materiales y sus propiedades físicas y acústicas absorbentes tienen como finalidad seleccionar el mejor material para la construcción de las cabinas antiruido, según los datos obtenidos se evidencia que la lana de vidrio por los valores que posee en su coeficiente de absorción acústica pico de 1.02 a comparación de los demás materiales que presentan menos del 0.96 de absorción acústica, en el coeficiente de absorción acústica equivalente la lana de vidrio obtiene un valor de 0.87 α_w NRC a comparación de los demás materiales que presentan menos del 0.80 α_w NRC en la resistencia térmica de igual forma la lana de vidrio presenta un valor de 1.5 m². K/W a comparación de los demás materiales que presentan menos del 1.3 m². K/W, por último, en la conductividad térmica la lana de vidrio no presenta el mejor valor de conductividad térmica ya que es 0.32 W/m. k a comparación del fieltro textil que presenta un 0.19 W/m. k.

El principal motivo por el cual se escoge el material de lana de vidrio es debido a que de obtuvo el mejor resultado en la mayoría de propiedades físicas de los materiales, con la única excepción de la conductividad térmica

6.3. Resultados de la evaluación del nivel de ruido después de la implementación de las cabinas antiruido.

Después de implementar las cabinas antiruido en la empresa metalmecánica de B&B murillo, se procedió a hacer una medición para verificar que efectivamente se mitiguen las emisiones de ruido.

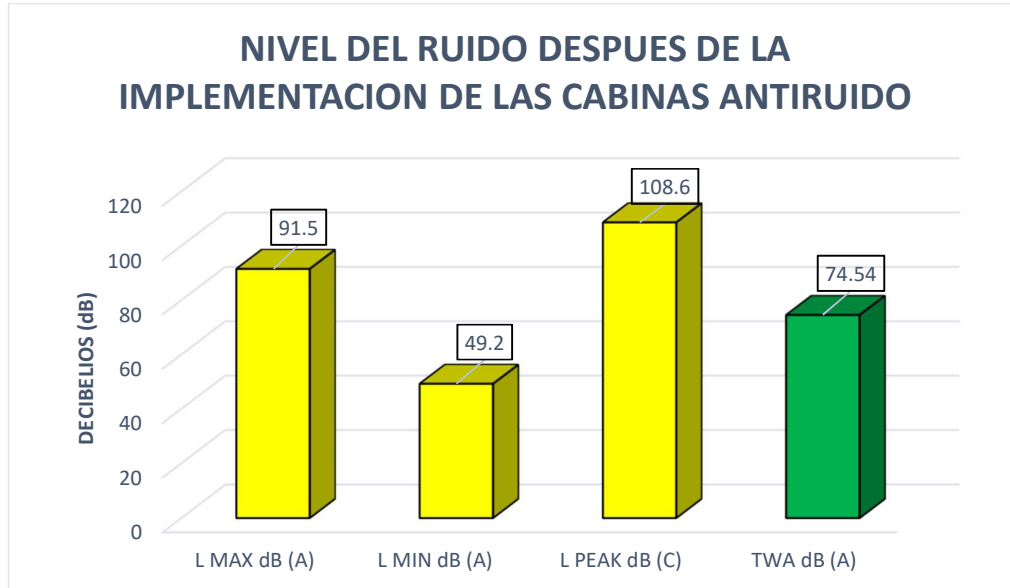
6.3.1. Resultados después de implementar las cabinas antiruido

Tabla 28 Resultados de muestreo después de implementar las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire.

Código	Área de trabajo	Descripción del punto de monitoreo	Fecha y hora del monitoreo	Niveles de ruido			Twa dB (A)
				L Max dB (A)	L Min dB (A)	L Peak dB (C)	
RO - 01	B&B MURILLO - METALMECANICA	INTERIOR DEL AREA DE METALMECANICA PUESTO DE PINTADO EN EXPOSICION A 8 HORAS DE TRABAJO	16/05/2022 10:05 AM	91.5	51.46	108.6	74.54

Fuente: [78]

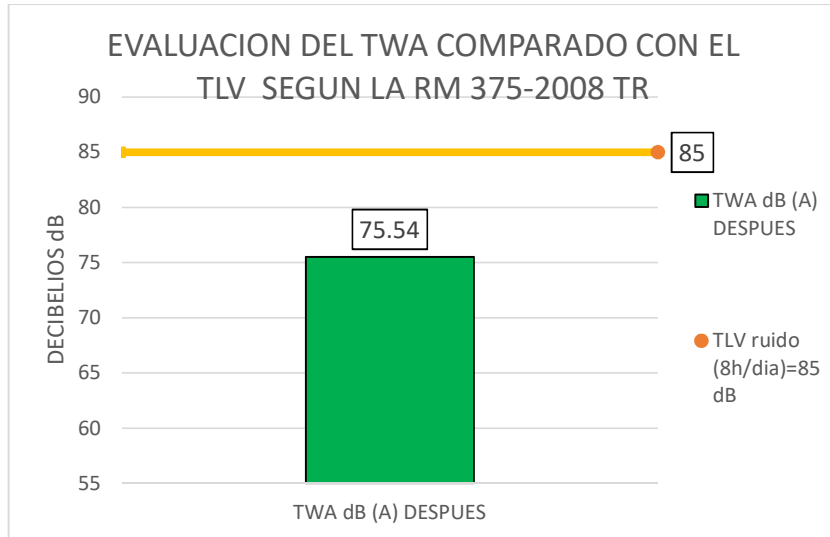
Gráfico 13 Comparación de propiedades físicas de los materiales absorbentes.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°11 se muestra los resultados después de la implementación de las cabinas antiruido la cual representa el monitoreo en el taller y obtuvo una duración de 5 horas de muestreo como se puede apreciar en la gráfica, los datos resultantes de la medición dieron que el LMAX dB(A) es de 91.5 decibelios, para el nivel de presión sonora mínimo se obtuvo LMIN dB(A) 74.6 decibelios, para el valor de nivel pico de presión sonora LPEAK dB(C) CON 108.6 decibelios, estos valores se registraron con el equipo de sonometría durante el uso de las cabinas antiruido, en cuanto al promedio ponderado TWA dB(A) dio como resultado 74.54 decibelios lo cual indica que para un tiempo de trabajo de 8 horas diarias este no supera los 85 dB

Gráfico 14 Nivel de presión sonora equivalente leq TWA dB (A) después de la implementación de las cabinas antiruido y su comparación con el valor límite tolerable según normativa la RM 375-2008 TR.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 12 se muestra la segunda medición del ruido después de implementar las cabinas antiruido para las máquinas compresoras de aire industrial la cual arrojó un nivel de 74.54 dB (A) lo que según el valor límite tolerable indica que para un trabajo de 8 horas el ruido no debe de superar los 85 dB (A) en los cual está estipulado en la RM 375-2008-TR cumpliendo así con el valor límite tolerable

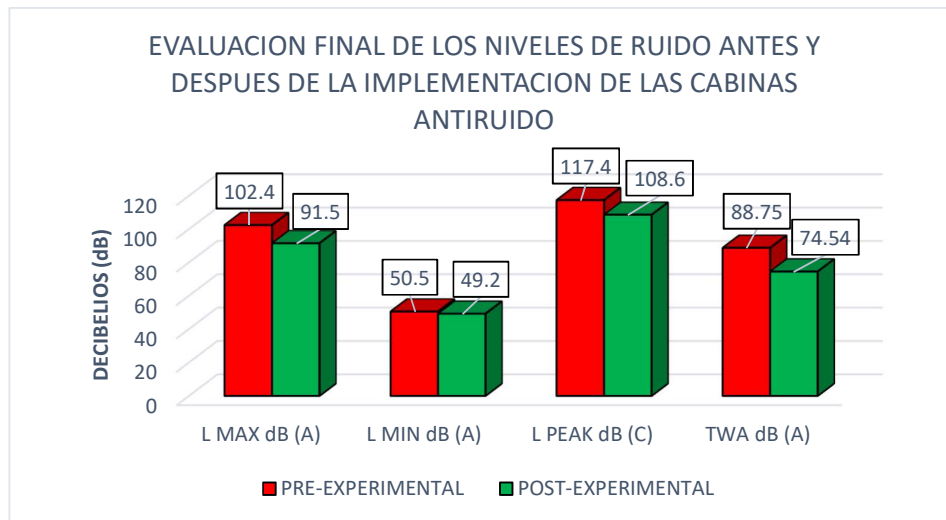
6.3.2. Comparación de los niveles de reducción de la medición antes y después de la implementación

Tabla 29 Resultados y evaluación de los muestreos antes y después de la implementación de las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire.

MEDICION ANTES DE LA IMPLEMENTACION	Código	Área de trabajo	Descripción del punto de monitoreo	Fecha y hora del monitoreo	Niveles de ruido			Twa dB (A)
					L Max dB (A)	L Min dB (A)	L Peak dB (C)	
	RO - 01	B&B MURILLO - METALMECANICA	INTERIOR DEL AREA DE METALMECANICA PUESTO DE PINTADO EN EXPOSICION A 8 HORAS DE TRABAJO	10/02/22 10:36 AM	102.4	50.5	117.4	88.75
MEDICION DESPUES DE LA IMPLEMENTACION	Código	Área de trabajo	Descripción del punto de monitoreo	Fecha y hora del monitoreo	Niveles de ruido			Twa dB (A)
					L Max dB (A)	L Min dB (A)	L Peak dB (C)	
	RO - 01	B&B MURILLO - METALMECANICA	INTERIOR DEL AREA DE METALMECANICA PUESTO DE PINTADO EN EXPOSICION A 8 HORAS DE TRABAJO	16/05/22 10:05 AM	91.5	49.2	108.6	74.54

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 15 Nivel del ruido antes y después de la implementación de las maquinas compresoras de aire.

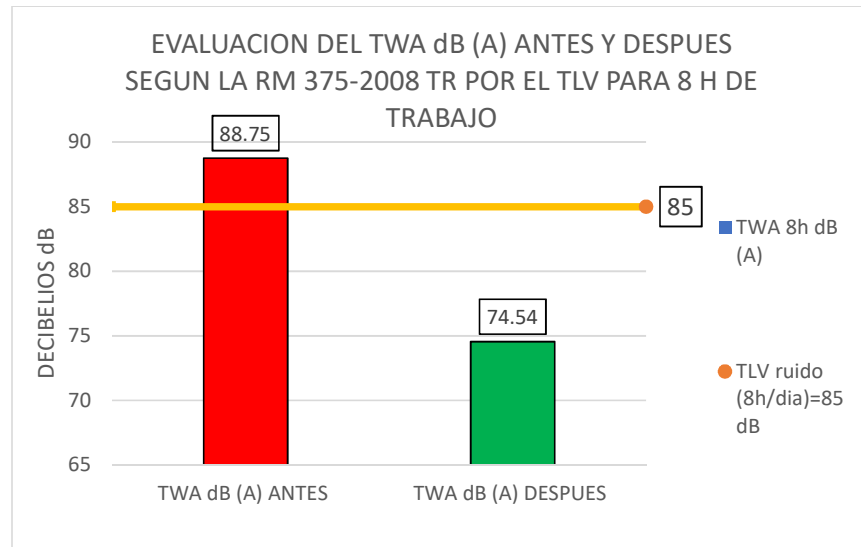


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°13 se muestra la comparación de las evaluaciones antes y después de implementar las cabinas antiruido en las compresoras de aire, para el nivel de presión sonoro máximo con ponderación LMAX dB(A) es de 102.4 dB en la medición ante de la implementación de las cabinas y 91.5 dB después de la implementación, la cual indica que hubo una reducción de 10.9 dB para el nivel de presión sonoro máximo. Para el nivel de presión sonoro mínimo con ponderación LMIN dB(A) la medición antes de la implementación es de 50.5 dB 49.2 dB después de la implementación, en la cual se puede apreciar una reducción del 1.3 dB para el nivel de presión sonoro mínimo. Para el nivel pico de presión sonora con ponderación LPEAK dB(C) el resultado antes de la implementación de las cabinas es de 117.4 dB y 108.6 dB después de la implementación de las cabinas antiruido, en la cual se puede apreciar una reducción 8.8 dB para el nivel pico de presión sonora. Finalmente, para el promedio ponderado en el tiempo con ponderación TWA dB(A) la medición antes de la implementación de las cabinas antiruido es de 88.75 dB, evidenciando que sobrepasa el valor límite tolerable y 74.54 dB en la medición después de la implementación de las cabinas

antiruido, siendo esta última menor a 85 dB se puede apreciar una reducción de 14.21 dB lo cual sugiere que cumple con el tiempo de exposición máximo permisible para una jornada de 8 horas.

Gráfico 16 Evaluación del TWA dB (A) antes y después de la implementación de las cabinas antiruido.



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N°14 se muestra la evaluación de los TWA en las mediciones del antes y después de la implementación de las cabinas antiruido según el gráfico se puede apreciar que antes de las cabinas el ruido sobrepasaba el valor límite tolerable llegando a un valor de 88.75 dB lo cual no cumplía con estándares según la RM N° 375-2008 TR, para un horario de 8 horas diarias, en la segunda medición después de implementar las cabinas antiruido se puede apreciar que el nivel de ruido bajó a 74.54 dB esto debido a la implementación de las cabinas antiruido en lo cual comparando valores del antes y después de la valoración del ruido hubo una reducción de 14.21 dB cumpliendo así con TLV estipulado en la normativa según la RM N° 375-2008 TR.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la evaluación del nivel de ruido en el taller de metalmecánica B&B Murillo específicamente en el área de pintura para la cual obteniendo un valor de ruido de 88.75 dB (A) la cual haciendo referencia al valor límite tolerable estipulado en la RM N° 375-2008-TR, indica que para un horario jornal de 8 horas de trabajo no debe de superarse los 85 dB (A) comprobando así que la medición sobrepasa por encima de este límite por 3.75 dB (A) el ruido generado es debido a la actividad del proceso del pintado de las piezas metálicas con las maquinas compresoras de aire que llegan a generar un ruido alto por la actividad del funcionamiento.

2. Se procedió a evaluar las propiedades físicas de los cada uno de los materiales de absorción acústica de acuerdo a las fichas técnicas de cada material por lo cual se llega a conclusión que el material de lana de vidrio es el mejor material que posee optimas características presentando este un coeficiente de absorción acústica máximo de 1.02, coeficiente de absorción acústica equivalente a 0.87 α_w , resistencia térmica 1.5 m². K/W, conductividad térmica igual a 0.32 W/m.k, y finalmente la reacción al fuego que según ASTM E84 que indica que el material es no combustible.

3. Se realizó el diseño, armado y la implementación de las cabinas antiruido en forma de prisma rectangular con una pequeña abertura para la toma de aire y así no sofocar el motor al momento de su funcionamiento. Este diseño se encuentra validado por un ingeniero industrial el cual reviso y aprobó los planos antes del ensamblaje, ambas estructuras están cubiertas por el interior con placas de fibrocemento de 4mm para la resistencia al fuego y rellenas de lana de vidrio de 50mm que es el material absorbente seleccionado, en el exterior las cabinas están forradas con plancha de triplay de 4mm para resistencia de daños o exposición al ambiente, seguido a esto se procedió a pintar con base blanca, pintura negra y pintura amarilla la parte exterior para poder dar la señalización correspondiente a las cabinas antiruido.

4. Se pudo verificar que después de la implementación de las cabinas antiruido para las maquinas compresoras de aire disminuye el ruido considerablemente a niveles permisibles para un horario de 8 horas de trabajo que se estipula en la RM 375-2008 TR ya que antes que se implementaran, el ruido alcanzaba un valor de 88.75 dB (A) y después con la implementación disminuyo a 74.54 dB (A) lo cual redujo un 14.21 dB (A)

5. Finalmente se ha logrado disminuir el ruido de las compresoras de aire industriales mediante la implementación de las cabinas antiruido y el material de absorción acústica seleccionado, la lana de vidrio, cumpliendo con estándar por debajo del límite máximo permisible de 85 dB permisibles de acuerdo al valor límite tolerable que se estipula en la RM 375-2008-TR comprobando así la hipótesis planteada en el trabajo de investigación

RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda a la empresa definir las cabinas como un accesorio de las compresoras y establecer como estándar la obligatoriedad de transportar estas compresoras de aire con sus respectivas cabinas ya que estos equipos son transportados a interior mina ocasionalmente para realizar trabajos puntuales, además de, el no obstruir el ingreso de aire a las cabinas antiruido y mantenerlas en un lugar despejado.

- ❖ Detectar cual es la frecuencia en que se encuentra la fuente de emisión de ruido, ya que los materiales absorbentes tienen un coeficiente de absorción distinto ante las diferentes frecuencias de ruido, de esta manera se ubicara de manera más eficiente el material absorbente con el que se puede mitigar el ruido.

- ❖ Evaluar la emisión de calor del equipo que se va a encapsular, si la emisión de calor es muy alta se pueden instalar ventiladores para aumentar el flujo de aire y mejorar la refrigeración.

- ❖ Se recomienda adicionar al diseño de las cabinas antiruido una base sólida y ruedas o un sistema de desplazamiento en su estructura para poder facilitar su transporte y desplazamiento al momento de llevarla a otras ubicaciones.

ANEXOS

ANEXO 1 INFORME DE MONITOREO DE RUIDO ANTES DE IMPLEMENTAR CABINAS ANTIRUIDO

	GESTIÓN DE INGENIERÍA Y PROYECTOS	Código:	PL-ING-FOR-29
	CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO	Páginas:	1 de 1
		Versión:	00
		Fecha:	2021/03/17

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE MONITOREO AMBIENTAL – ALEXIS JESUS ALFARO CONDORI



Por medio de la presente nuestra empresa Certifica que la empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L., con RUC N° 20601770840, nos ha prestado servicio especializado conforme al detalle siguiente:

DESCRIPCIÓN
SERVICIO DE MONITOREO DE CALIDAD DE RUIDO

Contratista : PAZ LABORATORIOS S.R.L.
Contrato : 8619
Período Ejecución del Servicio : 10 DE FEBRERO DEL 2022
Personal Responsable : LUIS ENRIQUE ZINANYUCA TIPO

La empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L. cumplió con realizar el monitoreo levantando los siguientes puntos:

ACTIVIDADES PROGRAMADAS PARA EL MONITOREO		
PARÁMETROS	CANTIDAD DE PUNTOS	REFERENCIA
RUIDO		
RUIDO OCUPACIONAL	1	NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería

Firma del Representante del Cliente	Firma del Responsable de Monitoreo
Nombre: <u>Alexis Alfaro Condori</u> Cargo: <u>Técnico</u>  Firma	Nombre: <u>Luis Enrique Zinanyuca Tipo</u>  Firma



**INFORME DE MONITOREO DE HIGIENE
OCUPACIONAL DE AGENTES FÍSICOS
“ALMACEN ByB MURILLO S.A.C.-ALEXIS JESUS
ALFARO CONDORI”**

FEBRERO 2022
Elaborado por:
PAZ LABORATORIOS
S.R.L.

Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com
Celular: 953766470 / 959010230
Calle Oscar Benavides 602 Yanahuara
Arequipa - Perú

MOHO-00120-2022

ÍNDICE

I.	DATOS DE LA EMPRESA.....	4
II.	ANTECEDENTES	4
III.	BASE LEGAL.....	5
3.1	Normativa Nacional.....	5
IV.	RUIDO POR SONOMETRÍA.....	6
4.1	Objetivos	6
4.2	Metodología de muestreo.....	6
4.2.1	Evaluación del puesto de trabajo	6
4.2.2	Equipos empleados	6
4.2.3	Procedimiento de muestreo.....	7
4.2.4	Metodología utilizada.....	7
4.3	Puntos de medición.....	8
4.4	Valores límite de tolerancia (TLV) de ruido.....	8
4.5	Resultados	8
4.6	Conclusiones.....	9
4.7	Recomendaciones	9
	ANEXO I: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.....	10
	ANEXO II: HOJA DE CAMPO	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Datos de la empresa	4
Tabla 2:	Descripción del Área de trabajo de Metalmecánica.....	6
Tabla 3:	Descripción de equipos utilizados	7
Tabla 4:	Descripción de la metodología empleada	7
Tabla 5:	Descripción del punto de medición.....	8
Tabla 6:	Valor límite tolerable (TLV) de ruido según tiempo de exposición	8
Tabla 7:	Resultados de las mediciones con el sonómetro.....	8
Tabla 8:	Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR	9

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Ubicación de la empresa, fuente Google Earth Pro	4
----------------	--	---

Ilustración 2: Imagen de referencia del sonómetro LARSON LXT-1 7

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica. 9

I. DATOS DE LA EMPRESA

El servicio de monitoreo de higiene ocupacional de agentes físicos se realizó en las instalaciones de la empresa ALMACEN BYB MURILLO S.A.C. es una empresa dedicada a la ejecución de proyectos civiles, metal-mecánicos, eléctricos entre otros; así como al alquiler de equipos y maquinarias para el sector minero e industrial.

Tabla 1: Datos de la empresa

EMPRESA	ALMACEN BYB MURILLO S.A.C.
DISTRITO	CERRO COLORADO
PROVINCIA	AREQUIPA
DEPARTAMENTO	AREQUIPA
FECHA DEL MONITOREO	10 /02/2022

Ilustración 1: Ubicación de la empresa, fuente Google Earth Pro



II. ANTECEDENTES

La Constitución Política del Perú en los artículos 2° inciso 22 y 7°, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida y que todos tienen derecho a la protección de su salud, como condición indispensable para el desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

Además, la Ley 26842, Ley General de la Salud, en su Capítulo VII de la Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo, Artículo 100 dispone, que quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes y servicios, cualesquiera que estos sean, tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias para garantizar la protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo.

En ese sentido la empresa debe contar con una organización de Seguridad y Salud, establecida en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobada por el D.S. N° 005-2012-TR, Artículo 25, El

IV. RUIDO POR SONOMETRÍA

4.1 Objetivos


- Cuantificar el nivel de ruido ocupacional presente en el área de trabajo de Metalmecánica de ALMACEN ByB MURILLO S.A.C.
- Comparar los resultados obtenidos con la normativa nacional vigente y evaluar su situación actual.

4.2 Metodología de muestreo

4.2.1 Evaluación del puesto de trabajo

De acuerdo con el servicio requerido para la evaluación de agentes físicos (ruido) por sonometría se realizó en los siguientes puestos de trabajo.

Tabla 2: Descripción del Área de trabajo de Metalmecánica

AREA EVALUADA (RO-01)	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none">• Código de identificación: RO-01• Área de trabajo: Metalmecánica• Puesto de trabajo: Soldador• Horario de trabajo: 07:00 – 16:30 pm• Exposición: 6 horas• Fuentes de ruido: maquinas compresoras• Descripción del ambiente: abierto.• Actividades: Elaboración de piezas metálicas, soldadura• EPP's: No presenta.
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none">- Las fuentes de ruido provienen también de las distintas áreas de la empresa, en vista que las áreas son abiertas.	

4.2.2 Equipos empleados

Para cumplir con la evaluación de ruido ocupacional se utilizó un sonómetro de ruido con las siguientes características:

empleador debe implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, regulado en la Ley y en el presente Reglamento, en función del tipo de empresa u organización, nivel de exposición a peligros y riesgos, y la cantidad de trabajadores expuestos.

En el Artículo 33, se menciona los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y entre estos encontramos el “Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómico”. Así mismo, la “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómicos”, aprobada por la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR, menciona en su Capítulo VII, Condiciones Ambientales de trabajo, ítem 22, que Las condiciones ambientales de trabajo deben ajustarse a las características físicas y mentales de los trabajadores, y a la naturaleza del trabajo que se esté realizando.

Por lo cual ALEXIS JESUS ALFARO CONDORI contrató para realizar los trabajos de monitoreo y elaboración del informe respectivo a la empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L. y de acuerdo a lo solicitado se realizó el “Monitoreo de Higiene Ocupacional de Agentes Físicos” en las instalaciones de la empresa, ubicado en el distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, el 10 de febrero del 2022.

III. BASE LEGAL

3.1 Normativa Nacional

- Constitución Política del Perú.
- Ley General de Salud. Ley N° 26842. Capítulo VII. De la Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo.
- Ley N° 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Supremo N° 005-2012-TR - “Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”
- Ley N° 30222- “Ley que modifica la Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”
- Decreto Supremo N° 006-2014-TR- “Modifican el reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR”.
- Decreto Supremo N° 016-2016-TR- “Modifican el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR”.
- NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería.

Tabla 3: Descripción de equipos utilizados:

EQUIPO	CÓDIGO INTERNO	MARCA	MODELO	SERIE	USO
Sonómetro	EL/SN/14	LARSON	LXT-1	6366	Determinar el nivel de ruido

Ilustración 2: Imagen de referencia del sonómetro LARSON LXT-1



4.2.3 Procedimiento de muestreo

- Programe el sonómetro en la ponderación "A", respuesta lenta "slow" y tasa de cambio de 3 dB para todas las mediciones.
- Verifique la calibración de acuerdo a las instrucciones del fabricante y registre por escrito los resultados.
- En general, mantenga el micrófono a un brazo de distancia, manteniendo su cuerpo fuera del paso del ruido. Según lo especifique el fabricante, mantenga el micrófono ya sea de manera perpendicular a la fuente de ruido o apuntando hacia la fuente.
- Debido a que las lecturas del sonómetro podrían fluctuar, observe los valores por 30 segundos. Ignore cualquier nivel alto o bajo momentáneo que podría ocurrir.
- Tome varias muestras para cada actividad que el trabajador realice durante su día de trabajo. Su meta es encontrar los niveles sonoros más altos de cada actividad del trabajo.
- Para una identificación futura podría ser útil hacer un boceto o gráfico que indique dónde fue que se tomó cada lectura.
- De ser posible, explique los resultados (parciales) al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de ruido, muestreo de ruido y control de ruido.

4.2.4 Metodología utilizada

La aplicación del método de evaluación para sonometría de ruido establece un diagnóstico porcentual de exposición del operario.

Tabla 4: Descripción de la metodología empleada

AGENTE	REFERENCIA TÉCNICA
Sonometría de Ruido	NTP ISO 9612:2010. ACÚSTICA

empleador debe implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, regulado en la Ley y en el presente Reglamento, en función del tipo de empresa u organización, nivel de exposición a peligros y riesgos, y la cantidad de trabajadores expuestos.

En el Artículo 33, se menciona los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y entre estos encontramos el “Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómico”. Así mismo, la “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómicos”, aprobada por la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR, menciona en su Capítulo VII, Condiciones Ambientales de trabajo, ítem 22, que Las condiciones ambientales de trabajo deben ajustarse a las características físicas y mentales de los trabajadores, y a la naturaleza del trabajo que se esté realizando.

Por lo cual ALEXIS JESUS ALFARO CONDORI contrató para realizar los trabajos de monitoreo y elaboración del informe respectivo a la empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L. y de acuerdo a lo solicitado se realizó el “Monitoreo de Higiene Ocupacional de Agentes Físicos” en las instalaciones de la empresa, ubicado en el distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, el 10 de febrero del 2022.

III. BASE LEGAL

3.1 Normativa Nacional

- Constitución Política del Perú.
- Ley General de Salud. Ley N° 26842. Capítulo VII. De la Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo.
- Ley N° 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Supremo N° 005-2012-TR - “Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”
- Ley N° 30222- “Ley que modifica la Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”
- Decreto Supremo N° 006-2014-TR- “Modifican el reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR”.
- Decreto Supremo N° 016-2016-TR- “Modifican el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR”.
- NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería.

Tabla 3: Descripción de equipos utilizados

EQUIPO	CÓDIGO INTERNO	MARCA	MODELO	SERIE	USO
Sonómetro	EL/SN/14	LARSON	LXT-1	6366	Determinar el nivel de ruido

Ilustración 2: Imagen de referencia del sonómetro LARSON LXT-1



4.2.3 Procedimiento de muestreo

- Programe el sonómetro en la ponderación "A", respuesta lenta "slow" y tasa de cambio de 3 dB para todas las mediciones.
- Verifique la calibración de acuerdo a las instrucciones del fabricante y registre por escrito los resultados.
- En general, mantenga el micrófono a un brazo de distancia, manteniendo su cuerpo fuera del paso del ruido. Según lo especifique el fabricante, mantenga el micrófono ya sea de manera perpendicular a la fuente de ruido o apuntando hacia la fuente.
- Debido a que las lecturas del sonómetro podrían fluctuar, observe los valores por 30 segundos. Ignore cualquier nivel alto o bajo momentáneo que podría ocurrir.
- Tome varias muestras para cada actividad que el trabajador realice durante su día de trabajo. Su meta es encontrar los niveles sonoros más altos de cada actividad del trabajo.
- Para una identificación futura podría ser útil hacer un boceto o gráfico que indique dónde fue que se tomó cada lectura.
- De ser posible, explique los resultados (parciales) al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de ruido, muestreo de ruido y control de ruido.

4.2.4 Metodología utilizada

La aplicación del método de evaluación para sonometría de ruido establece un diagnóstico porcentual de exposición del operario.

Tabla 4: Descripción de la metodología empleada

AGENTE	REFERENCIA TÉCNICA
Sonometría de Ruido	NTP ISO 9612:2010. ACÚSTICA

4.3 Puntos de medición

Se realizó una medición en la cocina y en el área de calderos de HOTELERA CUSCO S.A. La descripción de los puntos de medición se describe en la siguiente tabla:

Tabla 5: Descripción del punto de medición

Código de Identificación	Nº de medición	Descripción	Fecha de muestreo	Hora de Muestreo
RO-01	1	Interior del área de metalmecánica	10/02/2022	10:36 am

4.4 Valores límite de tolerancia (TLV) de ruido

Con la información obtenida durante la evaluación de ruido en las áreas evaluadas, se realizará la comparación con el valor límite tolerable (TLV) para tiempo de exposición a 8 horas estipulado en la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR.

Tabla 6: Valor límite tolerable (TLV) de ruido según tiempo de exposición

Duración (Horas)	Valor Límite Tolerable TLV (dB)
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

4.5 Resultados

Para efectos de ruido ocupacional, el Leq dB(A) que marca el sonómetro viene a ser lo mismo que el TWA que se comparará con el valor límite tolerable (TLV) de la R.M. N° 375-2008 TR. En las siguientes tablas se presentan los resultados del nivel de sonometría de ruido medido en la cocina.

Tabla 7: Resultados de las mediciones con el sonómetro

Código de identificación	Resultados del monitoreo			
	Lmax dB(A)	Lmin dB(A)	Lpeak dB(C)	TWA dB(A)
RO-01	102.4	50.5	117.4	88,75

dB(A): Unidad de decibelios en ponderación A

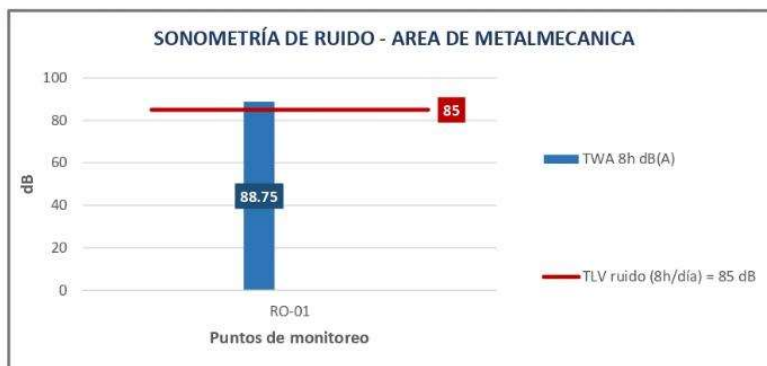
Tabla 8: Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR

Código de Identificación	TLV de ruido para 8h (dB) R.M. N° 375-2008-TR	PTWA dB(A)	¿Cumple con la norma?
		Resultado para 8h	
RO-01	85 dB	88,75	No cumple

dB(A): Unidad de decibelios en ponderación A

PTWA dB(A): Resultado proyectado a 8 horas.

Gráfico 1: Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.





4.6 Conclusiones

- El nivel de ruido equivalente para 8 horas (TWA 8hr) al que se está expuesto en el área de metalmecánica (**RO-01**) dio como resultado 88.75 dB, valor que está por encima del TLV establecido en la R.M. N° 375-2008-TR; para un tiempo de exposición no menor de 08 horas (85 dB), por lo que cumple con la norma.

4.7 Recomendaciones

- Capacitar al personal en su tarea informándole permanentemente de los peligros a los que puede estar expuesto y las medidas de seguridad que debe adoptar para protegerse.
- Continuar con el plan de vigilancia médica, orientado a la detección precoz de signos o lesiones causadas por ruidos, introduciendo de inmediato las medidas correctivas pertinentes.
- Hacer mayor uso de los EPP's pese a cumplir con el valor límite tolerable, de esa manera lograr una exposición mínima de ruido.

ANEXO I: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	PAZ LABORATORIOS S.R.L.					
DIRECCIÓN:	CALLE OSCAR BENAVIDES 862 YANAHUARA, AREQUIPA					
TELÉFONO:	913 168 063					
PERSONAS DE CONTACTO:	YENY MARYCELO YUCRA GÓMEZ					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
EQUIPO:	SONÓMETRO	CLASE:	1			
MARCA:	LARSON DAVIS	UNIDAD DE MEDIDA:	dB			
MODELO:	SOUNDTRACK LXT1	RESOLUCIÓN:	0,1			
SERIE:	0006366	RANGO:	(39 a 140) dB			
CÓDIGO CLIENTE:	EL/SN/14	MODELO MICROFONO:	377B02			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA	SERIE MICROFONO:	326178			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PC.030	CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN ACÚSTICO	BRUEL & KJÆR	4226	3220291	2021-05-29	CDK1904130
ELP.PT.042	CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN	TRANSMILLE	3041A	L1510F18	2022-08-12	AC-26128
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	161821642	2021-11-05	CCP-0104-148-20
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2021-08-24	CCP-0104-081-20
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
<p>Los resultados de calibración contenidos en este informe son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del DANAK (Organismo Nacional de Acreditación en Dinamarca) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).</p>						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN Y CALIBRADOR ACÚSTICO PATRÓN					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM AC-003:1999 (EDICIÓN 0)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.51					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM					
CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ACÚSTICAS		CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ELÉCTRICAS				
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,8 °C ± 0,1 °C	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,7 °C ± 0,0 °C			
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	57,7 %RH ± 0,1 %RH	HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	57,5 %RH ± 0,1 %RH			
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1004 hPa ± 0 hPa	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1004 hPa ± 0 hPa			
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
PRUEBAS ACÚSTICAS						
FRECUENCIA DE REFERENCIA						
PONDERACIÓN A						
Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Tolerancia	Incertidumbre	
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	94,0	94,0	0,00	± 0,7	0,13	
	104,0	104,0	0,00	± 0,7	0,13	
	114,0	114,0	0,00	± 0,7	0,13	
PONDERACIÓN C						
Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Tolerancia	Incertidumbre	
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	94,0	94,0	0,00	± 0,7	0,13	
	104,0	104,0	0,00	± 0,7	0,13	
	114,0	114,0	0,00	± 0,7	0,13	
Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto						



RESPUESTA DE FRECUENCIA A BANDA DE OCTAVA

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	84,8	84,7	0,10	± 1,5	0,20
63	87,8	87,9	0,10	± 1,0	0,20
125	77,9	77,9	0,00	± 1,0	0,20
250	85,4	85,4	0,00	± 1,0	0,15
500	90,8	90,8	0,00	± 1,0	0,15
1000	94,0	94,0	0,00	± 0,7	0,13
2000	95,2	95,1	-0,10	± 1,0	0,20
4000	95,0	94,8	-0,20	± 1,0	0,20
8000	92,9	92,7	-0,20	+ 1,5 ; -2,5	0,28

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	91,0	91,1	0,10	± 1,5	0,20
63	93,2	93,2	0,00	± 1,0	0,20
125	93,8	93,9	0,10	± 1,0	0,20
250	94,8	94,0	0,00	± 1,0	0,15
500	94,0	94,0	0,00	± 1,0	0,15
1000	94,0	94,0	0,00	± 0,7	0,13
2000	93,8	93,7	-0,10	± 1,0	0,20
4000	93,2	93,1	-0,10	± 1,0	0,20
8000	91,0	90,8	-0,20	+ 1,5 ; -2,5	0,28

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto

RESPUESTA DE PONDERACIÓN TEMPORAL

Ponderación Temporal	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
FAST	94,2	93,9	-0,34	± 1,0	0,20
SLOW	91,1	90,8	-0,32	± 1,0	0,20

Nota: Promedio de 10 mediciones por cada punto



PRUEBAS ELÉCTRICAS
RESULTADOS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL

PONDERACIÓN A

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

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	91,0	91,0	0,000	± 1,5	0,078
63	93,2	93,2	0,000	± 1,0	0,078
125	93,8	93,8	0,000	± 1,0	0,078
250	94,0	94,0	0,000	± 1,0	0,078
500	94,0	94,0	0,000	± 1,0	0,078
1000	94,0	94,0	0,000	± 0,7	0,078
2000	93,8	93,8	0,000	± 1,0	0,078
4000	93,2	93,1	-0,100	± 1,0	0,078
8000	91,0	90,9	-0,100	+ 1,5 ; -2,5	0,078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto.



RESULTADOS DE LINEALIDAD

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

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel ±	Incertidumbre
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
	dB	dB		dB	dB		
94	-	-	94,9	-	-	± 0,8	0,078
40	40,9	-	40,9	0,0	-	± 0,8	0,078
41	41,9	41,9	41,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
42	42,9	42,9	42,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
43	43,9	43,8	43,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
44	44,9	44,9	44,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
45	45,9	45,8	45,8	-0,1	0,0	± 0,8	0,078
50	50,9	50,8	50,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
55	55,9	55,9	55,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
65	65,9	65,8	65,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
75	75,9	75,8	75,8	-0,1	0,0	± 0,8	0,078
85	85,9	85,8	85,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
95	95,9	95,9	95,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
105	105,9	105,8	105,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
115	115,9	115,9	115,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
125	125,9	125,9	125,0	0,0	0,1	± 0,8	0,078
126	126,9	126,9	126,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
127	127,9	127,9	127,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
128	128,9	128,9	128,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
129	129,9	129,8	129,8	-0,1	0,0	± 0,8	0,078
130	130,9	130,8	130,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078



FRECUENCIA DE PRUEBA DE 5000 Hz							
Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel	Incertidumbre
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
dB	dB	dB	dB	dB	dB	±	dB
94	-	-	92,9	-	-	± 0,8	0,078
40	38,9	-	38,9	0,0	-	± 0,8	0,078
41	39,9	39,9	39,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
42	40,8	40,8	40,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
43	41,9	41,9	41,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
44	42,9	42,8	42,8	-0,1	0,0	± 0,8	0,078
45	43,9	43,8	43,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
50	48,9	48,9	48,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
55	53,9	53,9	53,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
65	63,9	63,8	63,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
75	73,9	73,9	73,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
85	83,9	83,9	83,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
95	93,9	93,8	93,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
105	103,9	103,9	103,9	0,0	0,0	± 0,8	0,078
115	113,9	113,9	113,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
125	123,9	123,8	123,8	-0,1	0,0	± 0,8	0,078
126	124,9	124,8	124,8	-0,1	0,0	± 0,8	0,078
127	125,9	125,8	125,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
128	126,9	126,8	126,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078
129	127,9	127,8	127,9	0,0	0,1	± 0,8	0,078
130	128,9	128,8	128,8	-0,1	-0,1	± 0,8	0,078

RESULTADOS DE INDICACIÓN DE SOBRECARGA						
Frecuencia Hz	Nivel entrada dB	Lectura Esperada dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
1000	114,0	114,0	114,0	0,000	+ 0,7	0,078
800	114,8	114,0	113,8	-0,100	+ 1,0	0,078
630	115,9	114,0	113,8	-0,200	+ 1,0	0,078
500	117,2	114,0	113,8	-0,200	+ 1,0	0,078
400	118,8	114,0	113,7	-0,300	+ 1,0	0,078
315	120,6	114,0	113,6	-0,400	+ 1,0	0,078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evalúa con base en el documento, JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,05$, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

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

NOTA 2: Tolerancias tomadas de la Norma Internacional IEC 61672-1:2013 para sismómetros Clase 1.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Fidel Pinaud
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2021-03-08
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-03-08
 FECHA DE EMISIÓN: 2021-03-10

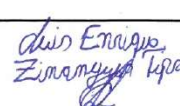
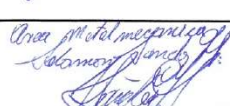
Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

 Gerente general - Autorización PE270319SP

Sustento legal de firma electrónica

ANEXO II: HOJAS DE CAMPO

DATOS GENERALES																			
CLIENTE:	Almoran Br B Mundo S.A.C						CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN:	RO-01											
PROYECTO:	TESIS																		
ANÁLISIS DE LA LABOR																			
ÁREA DE TRABAJO:	Metalmecánica			COLABORADOR:															
PUESTO DE TRABAJO:	Soldador			TIEMPO EN EL PUESTO:															
TAREAS EN JORNADA				HORARIO DE TRABAJO:	7:00 am - 16:30 pm														
DURACIÓN (TAREAS):	8 horas			FUENTES DE RUIDO:	Maquinas Compressoras														
EXPOSICIÓN RUIDO (FRECUENCIA):	6 horas			PERTENECE A GES:	SI <input type="checkbox"/>		N°:		NO <input type="checkbox"/>										
DINÁMICA DE TRABAJO:				PROTECTOR AUDITIVO:	EPP (Marca, modelo):		NRR:												
DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE:	Abierto			CONTROL DE INGENIERÍA:															
ESTRATEGIA DE MEDICIÓN																			
MEDICION BASADA EN LA TAREA <input type="checkbox"/> MEDICION BASADA EN EL TRABAJO <input type="checkbox"/> MEDICION DE UNA JORNADA COMPLETA <input type="checkbox"/>																			
INSTRUMENTACIÓN																			
SONÓMETRO <input checked="" type="checkbox"/>	MARCA:	LARKSON DAVIS		N° SERIE:	6366		CALIBRACIÓN	PRE:											
DOSÍMETRO <input type="checkbox"/>	MODELO:	LXT-1		C. I.:	EL/SN/14		POST:												
MEDICIÓN																			
DATOS DE CAMPO	NÚMERO DE MEDICIONES	4																	
	TIEMPO POR MEDICIÓN	5																	
	FECHA DE MEDICIÓN	16/02/2022																	
	RESPONSABLE	LUIS ZINAPUYUCO TIPO																	
RESULTADOS																			
MEDICIÓN	HORA	TAREA 1 O JORNADA 1					TAREA 2 O JORNADA 2					TAREA 3 O JORNADA 3							
		TWA	PTWA	LMIN	LMAX	LPEAK	PDOSE	TWA	PTWA	LMIN	LMAX	LPEAK	PDOSE	TWA	PTWA	LMIN	LMAX	LPEAK	PDOSE
1	HORA(I):	10:36 am																	
	HORA(F):	4:36 pm																	
2	HORA(I):																		
	HORA(F):																		
3	HORA(I):																		
	HORA(F):																		
NOTA	Los campos donde no aplique se debe colocar "-"																		
NORMATIVA DE REFERENCIA																			
NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de ingeniería																			
OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS																			
Uno de cerco de seguridad, guantes de cuero, respirador																			
 Firma y nombre del responsable de monitoreo:				 Firma y nombre del representante del cliente:				Firma y nombre del trabajador evaluado:											

ANEXO 2 FICHAS TECNICAS

FICHA TECNICA DE ESPUMA ACUSTICA DE POLIURETANO



ESPUMA ACÚSTICA TIPO **SIERRA**



Los paneles AcousticFoam®, son fabricados con espuma de Poliuretano PUR de celda abierta con terminaciones de diente de "Sierra", preparadas para obtener la máxima prestación acústica. Sus terminaciones tipo sierra son diseñadas para reducir el eco y la reverberación, su función es que no permita que rebote el sonido, ni que traspase a otro cuarto. En las cabinas de grabación permite que el sonido se contenga y las grabación, ésta se haga con mayor fidelidad auditiva.

DATOS TÉCNICOS

PROPIEDADES	VALOR
Densidad	32 kg/m ³ ± 1,5
NRC	0,75
Comportamiento al fuego	Auto-extinguible UL900
Resistencia termica	1 m ² k/W
Conductividad termica	0,38 W/mk

ACOUSTICFOAM®

APLICACIONES

- Ayuda a agitar los ecos y reducir el exceso de reflejos y la reverberación.
- Ideal para usar en estudios de grabación, cine , karaoke, iglesias, hoteles, teatros, radio y Tv.
- Son utilizadas como revestimiento a la vista para el tratamiento acústico en paredes y techos.
- Al instalar se logra disminuir los niveles de ruido interno dando un ambiente de confort.

PRESTACIÓN ACÚSTICA

- 1.- Humedad relativa: 50%
- 2.- Temperatura de ambiente
- 3.- Muestra de 2"espesor

Frecuencias de banda octava (HZ)					
	125	250	500	1000	2000
α_s (1/3 Oct.)	0,29	0,40	0,69	0,94	0,96

PRESENTACIÓN

TAMAÑO	COLORES	PAQUETE
0,50 m x 0,50 m x 2"	charcoal, borgoña y azul	12 piezas en caja de cartón



Jr.Recuay N° 962 Breña - Lima - Perú
T: (+511) 431-88 / 433-3842 - Email:ventas@aislaperu.com / ventas1@aislaperu.com / proyectos@aislaperu.com
www.aislaperu.com

ChovACUSTIC® 35 FIELTEX

CÓD. 56304

ChovACUSTIC 35 FIELTEX

DESCRIPCIÓN

Compuesto multicapa formado por un fieltro textil de 38 mm, adherido térmicamente a una lámina viscoelástica de alta densidad de 2 mm.

Excelente y versátil dispositivo para reducir la transmisión del ruido aéreo en un amplio rango de frecuencias, gracias a:

- Elevada densidad y elasticidad (lámina viscoelástica).
- Elevada porosidad (fieltro textil).



INSTALACIÓN

- 1- Cortar un tramo de ChovACUSTIC® teniendo en cuenta las dimensiones de la bajante. Para ello, utilizar un cúter o una sierra radial.
- 2- Forrar la bajante con el ChovACUSTIC® quedando a la vista la lámina viscoelástica. Asegurar el material mediante bridas de plástico colocadas cada 20 cm.
- 3- Repetir estos pasos, colocando los diferentes tramos a testa.
- 4- Colocar cinta de sellado adhesiva ChovASEAL en todas las juntas para asegurar la estanqueidad.



ATSLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

A12
V1
35

ChovACUSTIC® 35 FIELTEX

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	ChovANAPA PANEL	ChovANAPA ROLLO																		
ESPESOR (mm)	40	50																		
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m·K)	0,39	0,39																		
RESISTENCIA TÉRMICA	0,8	0,8																		
RESISTENCIA AL FLUJO DEL AIRE (kPa·s/m ²)	6	6																		
ABSORCIÓN ACÚSTICA**	<table border="1"> <thead> <tr> <th>F (Hz)</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>4000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>α</td> <td>0,16</td> <td>0,40</td> <td>0,54</td> <td>0,70</td> <td>0,72</td> <td>0,66</td> </tr> </tbody> </table>						F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	α	0,16	0,40	0,54	0,70	0,72	0,66
	F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000													
α	0,16	0,40	0,54	0,70	0,72	0,66														
AISLAMIENTO ACÚSTICO NRC	0,50																			
PRESENTACIÓN	PANELES	ROLLOS																		
DIMENSIONES (m)	1,35 x 0,6	1,35 x 0,4																		
m ² / PALET	145,8	64,8																		
ALMACENAMIENTO: El material debe resguardarse de la intemperie.																				

* Ensayo LABEIN B130 IN CM-305 F.

** Valores obtenidos para el espesor de 40 mm sin cámara de aire.

RECOMENDADO PARA...

- Relleno de cámara de aire en sistemas de tabiquería seca y falsos techos, para refuerzo de aislamiento térmico y acústico.
- Acondicionamiento acústico de recintos instalado detrás de placas de yeso perforadas.
- Aislamiento térmico en sistemas trasdosados de fachadas.

A12
VI
36



La información suministrada es responsabilidad de datos obtenidos en nuestros propios laboratorios y/o en laboratorios externos acreditados. Este producto mantendrá estas características como promedio. ChovA S.A. se reserva el derecho de modificar o anular algún parámetro sin previo aviso. La garantía de ChovA S.A. se limita a la calidad del producto. En cuanto a la puesta en obra, en la cual no participamos, se deberán seguir minuciosamente las instrucciones de instalación del producto. Los valores de aislamiento acústico podrían ser diferentes a los que aquí se muestran debido a una incorrecta ejecución de obra. Esta ficha técnica quedará anulada por revisiones posteriores y, en caso de duda, soliciten la última revisión.



ASFALTOS ChovA, S. A.
Ctra. Tavernes a Liria, km 4,3
Apdo. Correos N° 5
46760 Tavernes de Valldigna
(Valencia.) ESPAÑA.
Tno. 962 822 150
Fax. 962 823 661
E-mail: chova@chova.com

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(Conforme a la directiva 93/112/CE.)

**LÁMINAS VISCOELÁSTICAS
ADHERIDAS A NAPA DE POLIÉSTER
o FIELTROS TEXTILES**
DESTINADAS AL AISLAMIENTO ACÚSTICO

FECHA DE EDICIÓN: octubre de 2.003 | REVISIÓN: 2 | Página 1 de 6

PRODUCTOS: LÁMINAS BITUMINOSAS VISCOELÁSTICAS DE ALTA DENSIDAD.
(TODAS LAS DESIGNACIONES Y TIPOS COMERCIALES.)

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL: (*)	CÓDIGO DEL PRODUCTO:
ChovACUSTIC 35	56300
ChovACUSTIC 35 Fieltex	56304
ChovACUSTIC 65	56301
ChovACUSTIC 65 Fieltex	56303
ChovACUSTIC PLUS	56302
ChovACUSTIC PLUS Fieltex	56307

NOTA: (*) Nombres y códigos, de las referencias más habituales. Extensible a otros productos, de la misma gama.

FABRICADO POR: **ASFALTOS ChovA, S.A.**,
Ctra. Tavernes a Liria, km 4,3
Tavernes de la Valldigna. (València.)
Tno. 962 822 150

LÁMINAS VISCOELÁSTICAS ADHERIDAS A NAPA DE POLIÉSTER (TODAS LAS DESIGNACIONES Y TIPOS COMERCIALES.)	REVISIÓN: 2 octubre de 2.003	Página 2 de 6
--	---------------------------------	---------------

INSTITUTO NACIONAL DE TOXICOLOGÍA. Tno. URGENCIAS: 915 620 420

2. COMPOSICIÓN. INFORMACIÓN DE COMPONENTES

COMPOSICIÓN GENERAL: (según producto y tipo, descrito en la ficha técnica correspondiente, posee todos o algunos de los componentes descritos a continuación.)

BETÚN ELASTÓMERO: Betún asfáltico modificado con caucho elastómero SBS.

FILLER: (Cargas minerales): Carbonato Cálcico molido.
 ARMADURAS: Fieltro de fibra de Vidrio;
 ANTIADHERENTE: Film de polietileno termofusible;

NAPA DE POLIÉSTER: Fibras de PES autoextinguible.
 FILTRO TEXTIL: Fibras de algodón ligadas con resinas autoextinguible.

COMPONENTES PELIGROSOS:	Rango (%)	Clasificación	
		R	S
NP			

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

FÍSICO / QUÍMICOS	TOXICOLÓGICOS. (SÍNTOMAS.)
Se presentan en rollos laminados y se almacenan en palets. Se almacenan y manejan a temperatura ambiente.	INHALACIÓN: No es probable. INGESTIÓN: No es probable. CONTACTO PIEL/OJOS: No es probable. Los betunes no están clasificados como peligrosos según los criterios de la CE, pero contienen concentraciones muy bajas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PCA,s). A pesar de la presencia conocida de PCA,s no existe evidencia de que la exposición a sus humos sea nociva. EFFECTOS TÓXICOS GENERALES: No es probable.

4. PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN: No es probable.
INGESTIÓN: No es probable.
PIEL: No es probable
OJOS: Muy poco probable.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

MEDIDAS DE EXTINCIÓN: Espumas, polvo químico seco, dióxido de carbono, gas inerte, arena o polvo, agua pulverizada.

CONTRAINDICACIONES: No usar nunca chorros de agua directamente.

PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN: El betún ardiendo da lugar a una compleja mezcla de gases y partículas en suspensión incluyendo CO₂, H₂O, CO, óxidos de azufre y otros gases.

RIESGOS ESPECIALES: En un incendio se producen humos negros. Y en caso de exposición prolongada pueden producirse problemas respiratorios.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN: Trajes, zapatos y guantes resistentes al calor. Equipos autónomos de respiración.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

PRECAUCIONES PERSONALES:
No aplica

PRECAUCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:
No aplica

MÉTODOS DE LIMPIEZA:
No aplica

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

MANIPULACIÓN	ALMACENAMIENTO
PRECAUCIONES: Cumplir con la legislación sobre la protección del trabajo	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO: Consérvense con el embalaje original
CONDICIONES ESPECIALES: Ninguna	Tipos de materiales a utilizar para el envase/contenedor: Los mismos que en el embalaje original

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN

PROTECCIÓN RESPIRATORIA
Mascarilla adecuada para protección durante la aplicación con cola de contacto.

PROTECCIÓN DE OJOS
Gafas adecuadas para protección durante la aplicación con taladro.
Gafas adecuadas para protección durante la aplicación con cola de contacto

PROTECCIÓN DE LAS MANOS
Guantes adecuados para protección durante la aplicación con cola de contacto.

PROTECCIÓN CUTÁNEA

LÁMINAS VISCOELÁSTICAS ADHERIDAS A NAPA DE POLIÉSTER (TODAS LAS DESIGNACIONES Y TIPOS COMERCIALES.)	REVISIÓN: 2 octubre de 2.003	Página 4 de 6
---	---------------------------------	---------------

Ropa de trabajo adecuada durante la aplicación con cola de contacto.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

INFORMACIÓN GENERAL:

ASPECTO: sólido
 COLOR: negro (lámina)
 Blanco (napa de poliéster)
 OLOR: característico (lámina)
 Inodoro (napa de poliéster)

INFORMACIÓN IMPORTANTE EN RELACIÓN CON LA SALUD, LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE:

pH:	No Aplicable.
Punto de ebullición:	Superior a 400 °C.
Punto de inflamación:	Superior a 250 °C.
Límite de explosividad:	No Aplicable.
Punto de reblandecimiento:	Superior a 85 °C.
Densidad relativa (Agua = 1)	No Aplica.
Viscosidad:	No determinada.
Solubilidad en agua:	Insoluble.
Liposibilidad:	No Aplica.
Solubilidad en disolventes:	Soluble en la mayoría de disolventes orgánicos.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD:

Estable a temperatura ambiente. Estable en condiciones de almacenamiento y aplicación habituales. La exposición prolongada a temperaturas altas (superiores a 80 °C) puede alterar el material y acelerar su degradación.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS:

A temperaturas elevadas, liberan gases de descomposición, humos, vapores irritantes. Tales como: CO₂, H₂O, CO, óxidos de azufre y otros gases.

REACCIONES PELIGROSAS:

Ninguna reacción peligrosa durante una manipulación adecuada.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

INFORMACIÓN GENERAL:

Con una manipulación adecuada no se conoce ningún efecto perjudicial.

TOXICIDAD AGUDA:

No aplicable.

CONTACTO CON LA PIEL:

No aplicable.

CONTACTO CON LOS OJOS:

No aplicable.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

TOXICIDAD AMBIENTAL:
En condiciones normales de aplicación, no se prevé ningún efecto toxicológico sobre el medio ambiente. No da lugar a fracciones solubles en agua. El producto no es tóxico para el medio ambiente. No es peligroso para las plantas o para el medio acuático.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS PARA SU ELIMINACIÓN

RESIDUOS / PRODUCTOS NO UTILIZADOS:
Contactar con los servicios de eliminación de residuos.
Debe ser tratado respetando las legislaciones locales vigentes. El residuo seco puede eliminarse en vertederos controlados.

ENVASES CONTAMINADOS:
Los envases deben ser tratados respetando las legislaciones locales vigentes.

14. INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE

CONSIDERACIONES GENERALES: Producto NO PELIGROSO según los criterios de la reglamentación del transporte.

Transporte por carreteras:	Transportar de acuerdo a las Normas ADR/TPC
Transporte por ferrocarril:	Transportar de acuerdo a las Normas RID/TPF
Transporte por vía marítima:	Transportar de acuerdo a las Normas IMDG
Transporte por vía aérea:	Transportar de acuerdo a las Normas ICAO/IATA
Número ONU	No Aplicable. Producto No Peligroso.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

ETIQUETADO:
Según las directivas europeas de clasificación, envasado y etiquetado sobre sustancias peligrosas 67/548/CEE. Utilizando el método de cálculo 88/379/ CEE.

Nº CEE:	No Aplicable.
SÍMBOLO:	Ninguno, según las directivas CEE.
FRASES R:	Ninguna, según las directivas CEE.
FRASES S:	Ninguna, según las directivas CEE.
OTRA INFORMACIÓN:	Sin obligación de etiquetado especial.

LÁMINAS VISCOELÁSTICAS ADHERIDAS A NAPA DE POLIÉSTER (TODAS LAS DESIGNACIONES Y TIPOS COMERCIALES.)	REVISIÓN: 2 octubre de 2.003	Página 6 de 6
--	---------------------------------	---------------

16. OTRA INFORMACIÓN

Esta ficha de seguridad responde a las directivas y adaptaciones de la CEE nº: 91/155, 67/548, y 88/379

Avisos o notas importantes:

Las informaciones de esta ficha de seguridad se basan sobre el estado de los conocimientos actuales en nuestra posesión y nuestra experiencia.

Se recomienda comunicar las informaciones de esta ficha de seguridad, eventualmente de forma apropiada, a los usuarios.

No se aceptará ninguna responsabilidad (salvo especificado por la ley) después de la utilización de esta ficha de seguridad.

La información se refiere exclusivamente a los productos referenciados. Puede no ser válida en combinación con otros productos.

FICHA TECNICA DE LANA DE ROCA



www.knaufinsulationts.com

POWER-TEK BD 660/ALU



Octubre 2020

RANGO DE APLICACIÓN

DESCRIPCIÓN



PowerteK BD es un panel aislante de lana mineral, optimizado para altas temperaturas y con un excelente valor de conductividad térmica.

También disponible con recubrimiento de lamina de aluminio reforzado.

PRESTACIONES

Temperatura máxima de servicio	660 °C (EN 14706)
Temperatura máxima revestimiento de aluminio	≤ 80 °C
Reacción al fuego	A1 (EN 13501-1)
Densidad	aprox. 100 kg/m ³ (EN 1602)
Declaración de Prestaciones*	http://dopki.com/T4305QP

* Para obtener información más detallada acerca de la Dop, puede consultar la etiqueta del producto

Denominación	Signo	Descripción / datos								Unidad	Norma
Conductividad térmica según temperatura	θ	50	100	200	300	400	500	600	660	°C	EN 12667
	λ	0,039	0,044	0,060	0,078	0,102	0,132	0,169		W/(mK)	
Contenido de iones cloruro solubles en agua (Calidad AS)	-	≤ 10								ppm	EN 15468
Absorción de agua	W _F	≤ 1								kg/m ²	EN 1609
Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua	μ	1								-	EN 14303
Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión de vapor de agua	s _a	≥ 200								m	EN 12086
Sin sílice	-	Sin emisiones por sustancias químicas que eviten la adherencia de pintura								-	-
Punto de fusión de las fibras	θ	≥ 1000								°C	DIN 4102-17
Resistencia al flujo de aire longitudinal	r	≥ 25								kPa*s/m ²	EN 29053
Resistencia térmica	R _s	1,30								m ² (W/K)	EN ISO 12667
Coeficiente de absorción acústica*	α ₁	Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000	NCR	Hz	EN 20354/ ASTM C423
		40 mm	0,20	0,62	0,87	0,87	0,87	0,97	0,80		
		100 mm	0,52	0,95	0,99	1,01	1,01	1,01	1,00		
Código de designación	-	MW-EN14303-TS-ST(+J660-WS1-CL10 MW-EN14303-TS-ST(+J660-WS1-MV2-CL10 (versión ALU)								-	EN 14303

Las propiedades técnicas declaradas de los materiales se obtienen durante el proceso de producción y se garantizan mediante el control de producción en fábrica de acuerdo con las normas Europeas en el momento de la fabricación. Siguiendo las instrucciones de uso de almacenamiento y manipulación mantendrá las prestaciones de su producto dentro de los tolerancias declaradas.

*Propiedades técnicas definidas para Aisló Perú

CERTIFICADOS



TYPE IV-A
ASTM C 612





INFORMACIÓN ADICIONAL

Aplicación

Recipientes, Calderas y sistemas de depósito, Aislamiento de máquinas, Protección acústica, Componentes de plantas industriales
El producto está recomendado para el aislamiento térmico, acústico y protección a fuego para las aplicaciones definidas dentro del aislamiento técnico.

Manipulación

Los productos Knauf Insulation son fáciles de manipular y de instalar. Se suministran protegidos mediante embalajes reciclables, guardando el equilibrio entre la protección durante su transporte, manipulación y la sostenibilidad. El embalaje no está diseñado para su almacenamiento a largo plazo o para su exposición a condiciones climáticas adversas. Encontrará información más detallada sobre los productos en cada paquete.

Almacenaje

Para una protección in situ a largo plazo, se recomienda almacenar el producto en espacios interiores o bajo cubierta y no almacenar en contacto directo con el suelo, durante un período máximo de 6 meses a partir de la fecha de entrega. Si el almacenamiento bajo cubierta no fuera posible, los productos se pueden almacenar en el exterior manteniendo el embalaje original y por un período máximo de un mes. No se recomienda almacenar al aire libre durante los meses particularmente húmedos o con grandes fluctuaciones de temperatura.

Observaciones

También disponible con recubrimiento de lamina de aluminio reforzado.

Dimensiones estándar *

Espesor	20 - 100 mm
Ancho	600 mm
Largo	1000 mm

* Disponibles otras medidas bajo demanda (espesor máximo posible 250 mm)



Los productos de lana mineral Knauf Insulation con E-Technology™ incorporan un ligante sin formaldehídos, elaborado a partir de materiales de origen vegetal rápidamente renovables, en lugar de sustancias químicas derivadas del petróleo. Esta tecnología ha sido desarrollada para los productos de lana mineral de Knauf Insulation, mejorando su sostenibilidad sin afectar sus propiedades térmicas, acústicas o ignífugas. Los productos aislantes fabricados con E-Technology™ no contienen colorantes o tintes artificiales: su color es natural.

NORMAS ISO

Los productos de Knauf Insulation son fabricados conforme a cuatro de las Normas internacionales más importantes para la gestión de la sostenibilidad ISO 9001 (Gestión de calidad), ISO 14001 (Gestión Medioambiental), ISO 50001 (Gestión de energía) y ISO 45001 (Gestión de salud y seguridad), todas certificadas por Tüv Nord.

Knauf Insulation d.o.o.

Varaždinska 140
42220 Novi Marof
Croacia

Todos los derechos reservados, incluidos los de la reproducción fotomecánica y el almacenamiento en medios electrónicos. Queda prohibido el uso comercial de los procesos y actividades presentados en este documento. La recopilación de la información, los textos y las ilustraciones que figuran en este documento se ha llevado a cabo con extremo cuidado. No obstante, no es posible descartar por completo los errores. La editorial y los editores no pueden asumir ninguna responsabilidad jurídica ni civil por la información incorrecta y sus consecuencias. La editorial y los editores agradecerán cualquier sugerencia de mejora y cualquier notificación de errores detectados.

KITS Power-Tek BD 660 TDS 0420 ES



UNITED INSULATION



www.aislaperu.com





UNITED INSULATION

LANA DE VIDRIO UNITED INSULATION

DESCRIPCIÓN

La manta de Lana de Vidrio de United Insulation, es la solución ideal para el aislamiento térmico y acústico. La lana Vidrio de United Insulation tiene un gran número de pequeñas bolsas de aire, para desempeñar el buen papel de aislamiento térmico, la absorción de sonido, la resistencia a la corrosión y el rendimiento químico estable. Este producto de Lana de vidrio con revestimiento y sin revestimiento son el mejor material para aplicaciones de aislamiento.

USOS

- Uso para la pared en separaciones del edificio de alto grado, como aislamiento térmico de equipos, hornos industriales y electrodomésticos que trabajen hasta 250 °C.
- Instalado sobre cielorrasos suspendidos y entre techos en posición horizontal o inclinadas sin cargas.
- Almacenes y Centros Comerciales. En drywall, silenciadores industriales y reducción de ruidos.

VENTAJAS

- Ahorro de energía a largo plazo
- Ligero y fácil
- Excelentes propiedades térmicas
- Material incombustible
- Propiedades químicas estables
- Excelente reducción del ruido acústico
- La humedad no le afecta
- No es atacado por pájaros, insectos y roedores
- Económico

PRESENTACIÓN

LANA DE VIDRIO	ESPESOR	ANCHO (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	DENSIDAD (Kg/m ³)	R ₁₀
Sin Revestir	25 mm (1")	1,20	15,00	18	24	8
Sin Revestir	50 mm (2")	1,20	15,00	18	24	15
Sin Revestir	90 mm (3 1/2")	1,20	15,00	18	10	20
Con Foil de Aluminio	38 mm (1 1/2")	1,20	15,00	18	12	9
Con Foil de Aluminio	50 mm (2")	1,20	15,00	18	12	11



ABSORCIÓN ACÚSTICA

ESPESOR (mm)	NCR
50	0,87

HZ	125	250	500	1000	2000	4000
	0,18	0,86	1,14	1,08	1,02	0,98

RESISTENCIA TÉRMICA

ESPESOR	DENSIDAD (Kg/m ³)	m ² K / W
38 mm (1 1/2")	48	1,5
50 mm (2")	48	1,5
90 mm (3 1/2")	80	1,5
100 mm (4")	80	1,5

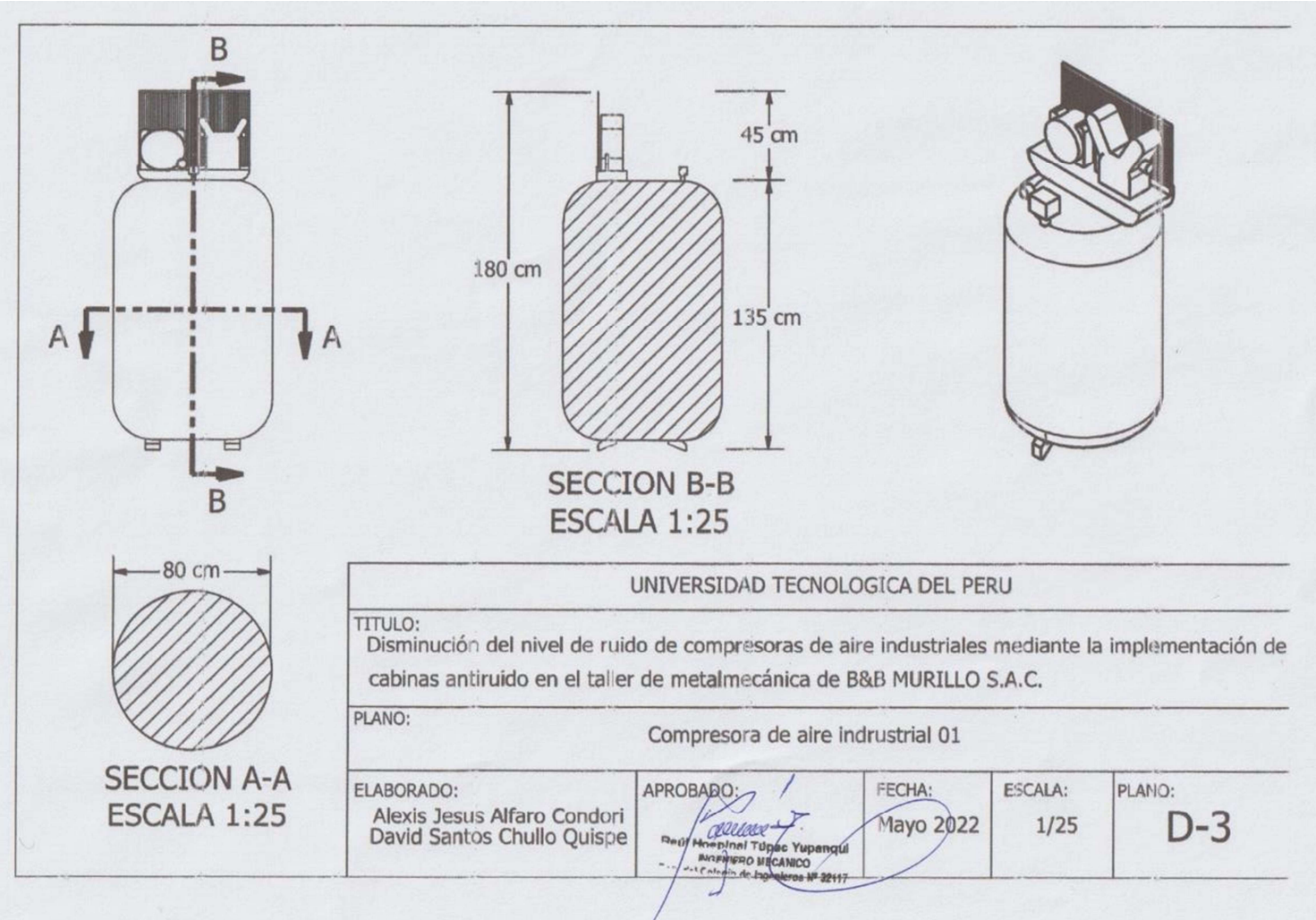
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

0,032 W/m °C	ASTM C518
0,223 BTU-in/hft ² °F	

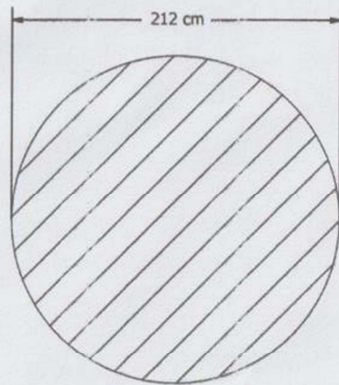
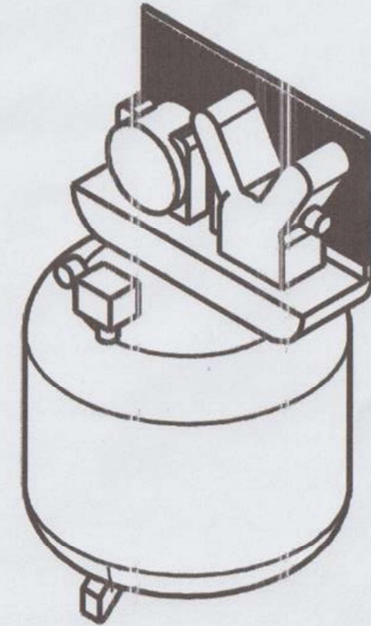
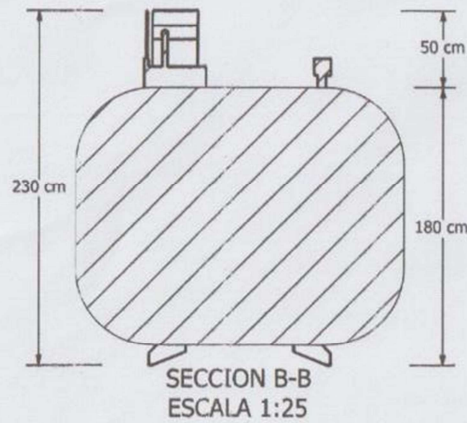
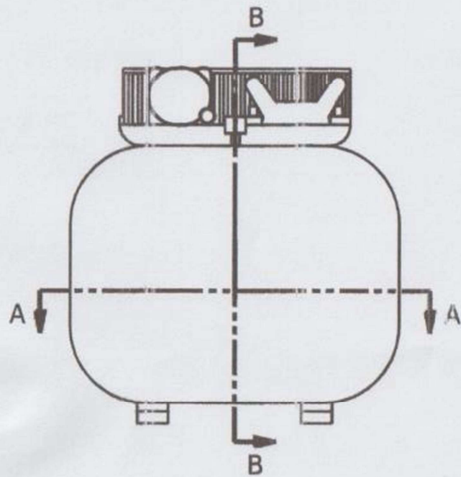
NO COMBUSTIBILIDAD

Propagación de la llama 25 difusión de la llama 50	ASTM E84
---	----------

ANEXO 3 PLANOS DE MOTORES



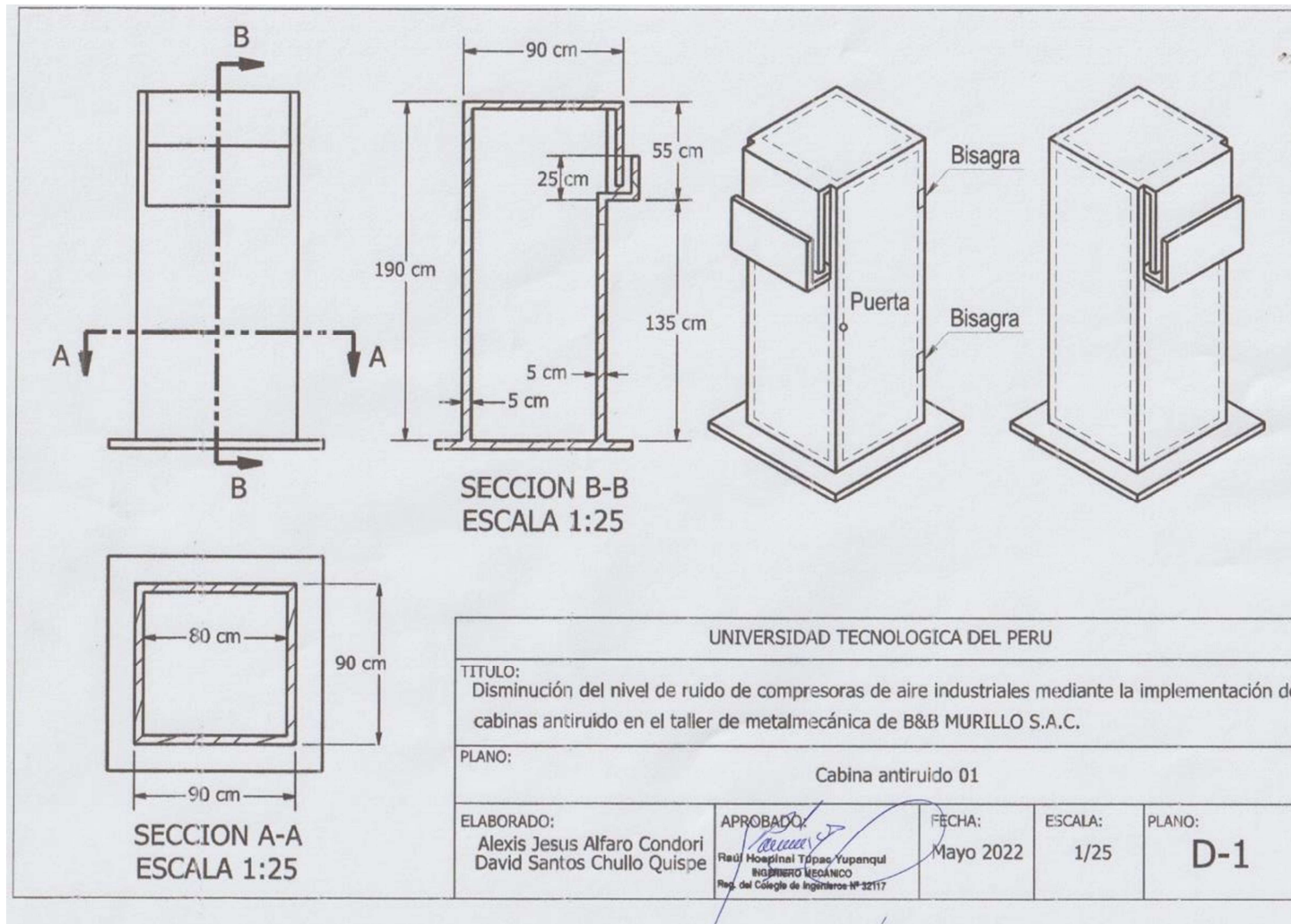
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU				
TITULO: Disminución del nivel de ruido de compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C.				
PLANO: Compresora de aire industrial 01				
ELABORADO: Alexis Jesus Alfaro Condori David Santos Chullo Quispe	APROBADO: Ing. Hospital Tupac Yupanqui INGENIERO MECANICO Colegio de Ingenieros N° 22117	FECHA: Mayo 2022	ESCALA: 1/25	PLANO: D-3



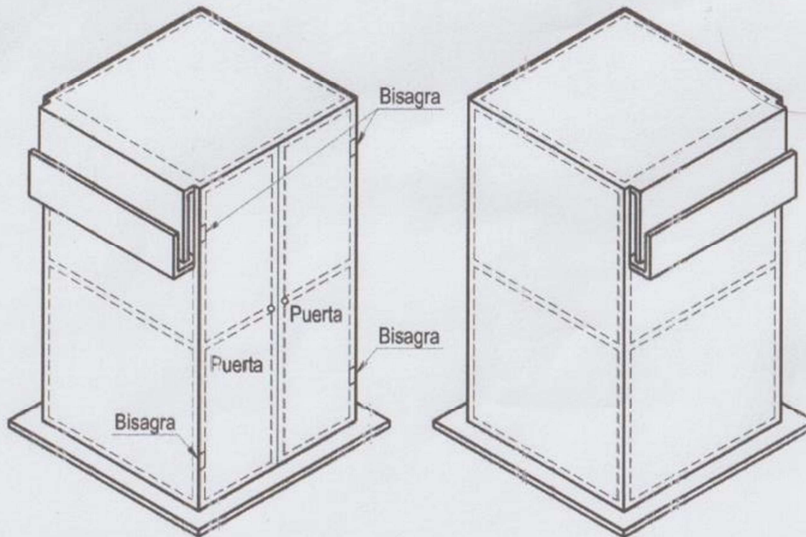
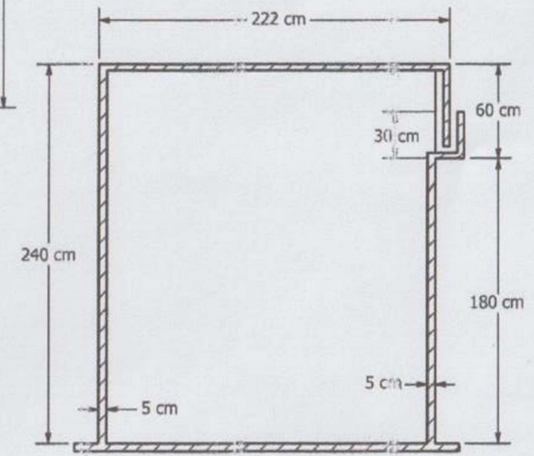
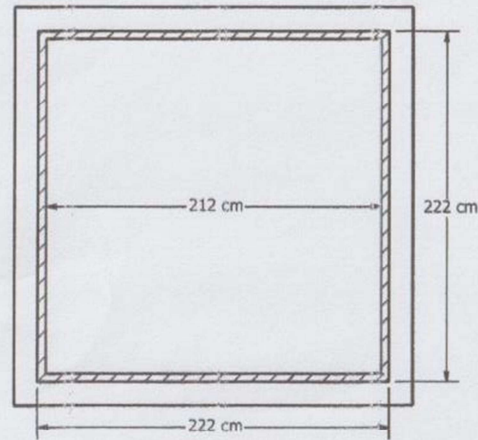
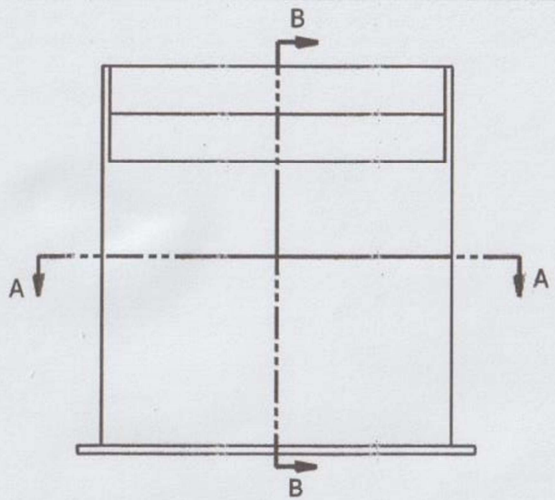
SECCION A-A
ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU				
TITULO: Disminución del nivel de ruido de compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C.				
PLANO: Compresora de aire Industrial 01				
ELABORADO: Alexis Jesus Alfaro Coronado David Santos Chullo Quispe	APROBADO: <i>[Signature]</i> TUPAC YUPANQUI INGENIERO MECANICO Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32117	FECHA: Mayo 2022	ESCALA: 1/25	PLANO: D-4

ANEXO 4 PLANOS DE CABINAS ANTIRUIDO




UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU				
TITULO: Disminución del nivel de ruido de compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MURILLO S.A.C.				
PLANO: Cabina antiruido 01				
ELABORADO: Alexis Jesus Alfaro Condori David Santos Chullo Quispe	APROBADO: <i>[Signature]</i> Raúl Hoopimai Tópaz Yupanqui INGENIERO MECÁNICO Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32117	FECHA: Mayo 2022	ESCALA: 1/25	PLANO: D-1



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ				
TÍTULO: Disminución del nivel de ruido de compresoras de aire industriales mediante la implementación de cabinas antiruido en el taller de metalmecánica de B&B MUJILLO S.A.C.				
PLANO: Cabina antiruido 02				
ELABORADO: Alexis Jesus Alfaro Condori David Santos Chullo Quispe	APROBADO: <i>[Signature]</i> Raul Hoepfner Tupac Yupanqui INGENIERO MECANICO Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32117	FECHA: Mayo 2022	ESCALA: 1/25	PLANO: D-2

**ANEXO 5 INFORME DE MONITOREO DE RUIDO DESPUES DE IMPLEMENTACION
DE CABINAS ANTIRUIDO**

	GESTIÓN DE INGENIERÍA Y PROYECTOS	Código:	PL-ING-FOR-29
	CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO	Páginas:	1 de 1
		Versión:	00
		Fecha:	2021/03/17

**CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE MONITOREO
AMBIENTAL – ALEXIS JESUS ALFARO CONDORI**


Por medio de la presente nuestra empresa Certifica que la empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L., con RUC N° 20601770840, nos ha prestado servicio especializado conforme al detalle siguiente:

DESCRIPCIÓN
SERVICIO DE MONITOREO DE CALIDAD DE RUIDO

Contratista : PAZ LABORATORIOS S.R.L.
 Contrato : 12869
 Período Ejecución del Servicio : 16 DE MAYO DEL 2022
 Personal Responsable : LUIS ENRIQUE ZINANYUCA TIPO

La empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L. cumplió con realizar el monitoreo levantando los siguientes puntos:

ACTIVIDADES PROGRAMADAS PARA EL MONITOREO		
PARÁMETROS	CANTIDAD DE PUNTOS	REFERENCIA
RUIDO		
RUIDO OCUPACIONAL-SONOMETRIA	1	NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de ingeniería

Firma del Representante del Cliente	Firma del Responsable de Monitoreo
Nombre: _____ Cargo: _____ _____ Firma	Nombre: Luis Enrique Zinanyuca Tipo  _____ Firma



**INFORME DE MONITOREO DE HIGIENE
OCUPACIONAL DE AGENTES FÍSICOS
"ALMACEN ByB MURILLO S.A.C.-ALEXIS JESUS
ALFARO CONDORI"**

MAYO 2022
Elaborado por:
PAZ LABORATORIOS
S.R.L.

Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com
Celular: 953766470 / 959010230
Calle Oscar Benavides 602 Yanahuara
Arequipa - Perú

MOHO-00136-2022

ÍNDICE

I.	DATOS DE LA EMPRESA.....	4
II.	ANTECEDENTES	4
III.	BASE LEGAL.....	5
3.1	Normativa Nacional.....	5
IV.	RUIDO POR SONOMETRÍA.....	6
4.1	Objetivos	6
4.2	Metodología de muestreo.....	6
4.2.1	Evaluación del puesto de trabajo.....	6
4.2.2	Equipos empleados	6
4.2.3	Procedimiento de muestreo.....	7
4.2.4	Metodología utilizada.....	7
4.3	Puntos de medición	8
4.4	Valores límite de tolerancia (TLV) de ruido.....	8
4.5	Resultados	8
4.6	Conclusiones.....	9
4.7	Recomendaciones	9
V.	ANEXOS.....	11
	ANEXO I: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.....	11
	ANEXO II: HOJAS DE CAMPO	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Datos de la empresa	4
Tabla 2:	Descripción del Área de trabajo de Metalmecánica.....	6
Tabla 3:	Descripción de equipos utilizados	7
Tabla 4:	Descripción de la metodología empleada	8
Tabla 5:	Descripción del punto de medición	8
Tabla 6:	Valor límite tolerable (TLV) de ruido según tiempo de exposición	8
Tabla 7:	Resultados de las mediciones con el sonómetro.....	9
Tabla 8:	Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR	9

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de la empresa, fuente Google Earth Pro	4
Ilustración 2: Imagen de referencia del sonómetro LARSON LXT-1	7

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.	9
---	---



I. DATOS DE LA EMPRESA

El servicio de monitoreo de higiene ocupacional de agentes físicos se realizó en las instalaciones de la empresa ALMACEN BYB MURILLO S.A.C. es una empresa dedicada a la ejecución de proyectos civiles, metal-mecánicos, eléctricos entre otros; así como al alquiler de equipos y maquinarias para el sector minero e industrial.

Tabla 1: Datos de la empresa

EMPRESA	ALMACEN BYB MURILLO S.A.C.
DISTRITO	CERRO COLORADO
PROVINCIA	AREQUIPA
DEPARTAMENTO	AREQUIPA
FECHA DEL MONITOREO	16 /05/2022

Ilustración 1: Ubicación de la empresa, fuente Google Earth Pro



II. ANTECEDENTES

La Constitución Política del Perú en los artículos 2° inciso 22 y 7°, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida y que todos tienen derecho a la protección de su salud, como condición indispensable para el desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

Además, la Ley 26842, Ley General de la Salud, en su Capítulo VII de la Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo, Artículo 100 dispone, que quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes y servicios, cuales quiera que estos sean, tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias para garantizar la protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo.

En ese sentido la empresa debe contar con una organización de Seguridad y Salud, establecida en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobada por el D.S. N° 005-2012-TR, Artículo 25, El

empleador debe implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, regulado en la Ley y en el presente Reglamento, en función del tipo de empresa u organización, nivel de exposición a peligros y riesgos, y la cantidad de trabajadores expuestos.

En el Artículo 33, se menciona los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y entre estos encontramos el “Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómico”. Así mismo, la “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico”, aprobada por la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR, menciona en su Capítulo VII, Condiciones Ambientales de trabajo, ítem 22, que las condiciones ambientales de trabajo deben ajustarse a las características físicas y mentales de los trabajadores, y a la naturaleza del trabajo que se esté realizando.

Por lo cual ALEXIS JESUS ALFARO CONDORI contrató para realizar los trabajos de monitoreo y elaboración del informe respectivo a la empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L. y de acuerdo a lo solicitado se realizó el “Monitoreo de Higiene Ocupacional de Agentes Físicos” en las instalaciones de la empresa, ubicado en el distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, el 16 de mayo del 2022.

III. BASE LEGAL

3.1 Normativa Nacional

- Constitución Política del Perú.
- Ley General de Salud. Ley N° 26842. Capítulo VII. De la Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo.
- Ley N° 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Supremo N° 005-2012-TR - “Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”
- Ley N° 30222- “Ley que modifica la Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”
- Decreto Supremo N° 006-2014-TR- “Modifican el reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR”.
- Decreto Supremo N° 016-2016-TR- “Modifican el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR”.
- NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería.



IV. RUIDO POR SONOMETRÍA

4.1 Objetivos

- Cuantificar el nivel de ruido ocupacional presente en el área de trabajo de Metalmecánica de ALMACEN ByB MURILLO S.A.C.
- Comparar los resultados obtenidos con la normativa nacional vigente y evaluar su situación actual.

4.2 Metodología de muestreo

4.2.1 Evaluación del puesto de trabajo

De acuerdo con el servicio requerido para la evaluación de agentes físicos (ruido) por sonometría se realizó en los siguientes puestos de trabajo.

Tabla 2: Descripción del Área de trabajo de Metalmecánica

AREA EVALUADA (RO-01)	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none">• Código de identificación: RO-01• Área de trabajo: Metalmecánica.• Puesto de trabajo: Soldador-pintor.• Horario de trabajo: 07:00 – 16:30 pm• Exposición: 7 horas.• Fuentes de ruido: maquinas compresoras, esmeriles, máquinas de soldadura.• Descripción del ambiente: abierto.• Actividades: Elaboración de piezas metálicas, soldadura.• EPP's: No presenta
Observaciones: - Se implementó dos cabinas aislantes de ruido a base de polímero de cemento cubierto con lana de vidrio. Adentro se colocaron las compresoras.	

4.2.2 Equipos empleados

Para cumplir con la evaluación de ruido ocupacional se utilizó un sonómetro de ruido con las siguientes características:



Tabla 3: Descripción de equipos utilizados

EQUIPO	CÓDIGO INTERNO	MARCA	MODELO	SERIE	USO
Sonómetro	EL/SN/14	LARSON	LXT-1	6366	Determinar el nivel de ruido

Ilustración 2: Imagen de referencia del sonómetro LARSON LXT-1



4.2.3 Procedimiento de muestreo

- Programe el sonómetro en la ponderación "A", respuesta lenta "slow" y tasa de cambio de 3 dB para todas las mediciones.
- Verifique la calibración de acuerdo a las instrucciones del fabricante y registre por escrito los resultados.
- En general, mantenga el micrófono a un brazo de distancia, manteniendo su cuerpo fuera del paso del ruido. Según lo especifique el fabricante, mantenga el micrófono ya sea de manera perpendicular a la fuente de ruido o apuntando hacia la fuente.
- Debido a que las lecturas del sonómetro podrían fluctuar, observe los valores por 30 segundos. Ignore cualquier nivel alto o bajo momentáneo que podría ocurrir.
- Tome varias muestras para cada actividad que el trabajador realice durante su día de trabajo. Su meta es encontrar los niveles sonoros más altos de cada actividad del trabajo.
- Para una identificación futura podría ser útil hacer un boceto o gráfico que indique dónde fue que se tomó cada lectura.
- De ser posible, explique los resultados (parciales) al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de ruido, muestreo de ruido y control de ruido.

4.2.4 Metodología utilizada

La aplicación del método de evaluación para sonometría de ruido establece un diagnóstico porcentual de exposición del operario.

Tabla 4: Descripción de la metodología empleada

AGENTE	REFERENCIA TÉCNICA
Sonometría de Ruido	NTP ISO 9612:2010. ACÚSTICA

4.3 Puntos de medición

Se realizó una medición en el área de Metalmecánica. La descripción del punto de medición se describe en la siguiente tabla:

Tabla 5: Descripción del punto de medición

Código de Identificación	Nº de medición	Descripción	Fecha de muestreo	Hora de Muestreo
RO-01	01	Interior del área de Metalmecánica	16/05/2022	10:05 am-16:49 am

4.4 Valores límite de tolerancia (TLV) de ruido

Con la información obtenida durante la evaluación de ruido en las áreas evaluadas, se realizará la comparación con el valor límite tolerable (TLV) para tiempo de exposición a 8 horas estipulado en la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR.

Tabla 6: Valor límite tolerable (TLV) de ruido según tiempo de exposición

Duración (Horas)	Valor Límite Tolerable TLV (dB)
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

4.5 Resultados

Para efectos de ruido ocupacional, el Leq dB(A) que marca el sonómetro viene a ser lo mismo que el TWA que se comparará con el valor límite tolerable (TLV) de la R.M. N° 375-2008 TR. En las siguientes tablas se presentan los resultados del nivel de sonometría de ruido medido en el área de Metalmecánica.

Tabla 7: Resultados de las mediciones con el sonómetro

Código de identificación	Resultados del monitoreo			
	Lmax dB(A)	Lmin dB(A)	Lpeak dB(C)	TWA dB(A)
RO-01	91.5	51.4	108.6	74.54

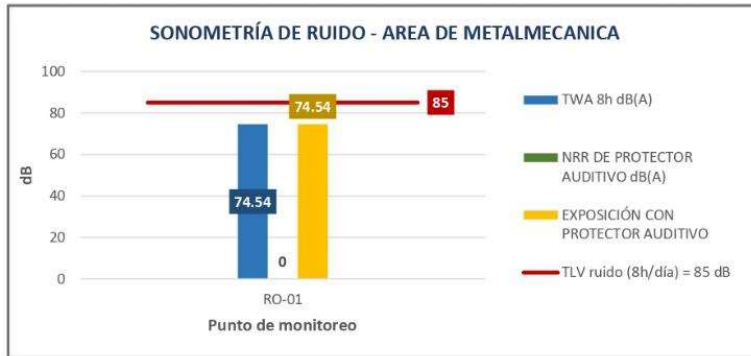
dB(A): Unidad de decibelios en ponderación A

Tabla 8: Comparación de los resultados con los Valores Límites Tolerables (TLV) de la R. M. N° 375-2008-TR

Código de identificación	PTWA (8h) dB(A)	NRR de protección auditivo marca 3M OPTIME 105	NRR de protección auditiva marca 3M OPTIME 105 dB (A)	Exposición con protector auditivo dB (A)	TLV de ruido para 8h (dB) R.M. N° 375-2008-TR	Cumplimiento
RO-01	74.54	0	0	74,54	85 dB	Si cumple

dB(A): Unidad de decibelios en ponderación A
PTWA dB(A): Resultado proyectado a 8 horas.

Gráfico 1: Resultado del nivel de ruido por sonometría presente en el área de Metalmecánica.



4.6 Conclusiones

- El nivel de ruido equivalente para 8 horas (TWA 8hr) al que se está expuesto en el área de metalmecánica (RO-01) dio como resultado **74.54 dB**, valor que está por debajo del TLV establecido en la R.M. N° 375-2008-TR; para un tiempo de exposición no menor de 08 horas (85 dB), por lo que cumple con la norma.

4.7 Recomendaciones

- Capacitar al personal del área de Metalmecánica en sus tareas informándoles permanentemente de los peligros a los que puede estar expuesto y las medidas de seguridad que debe adoptar para protegerse.

- Uso continuo de EPPs: orejeras y tapones auditivos.
- Continuar con el plan de vigilancia médica, orientado a la detección precoz de signos o lesiones causadas por ruidos, introduciendo de inmediato las medidas correctivas pertinentes.
- Hacer mayor uso de los EPP's pese a cumplir con el valor límite tolerable, de esa manera lograr una exposición mínima de ruido.
- Hacer uso continuo de las cabinas aislantes de ruido, tratar de mantener la puerta cerrada durante la jornada laboral.





V. ANEXOS

ANEXO I: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0420-003-22

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.					
DIRECCIÓN:	CAL. ZELA NRO. 603A AREQUIPA - AREQUIPA - YANAHUARA					
TELÉFONO:	913168063					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	YENY MARYCIELO YUCRA GÓMEZ					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	SONÓMETRO	CLASE:	1			
MARCA:	LARSON DAVIS	UNIDAD DE MEDIDA:	dB			
MODELO:	SOUNDTRACK LXT1	RESOLUCIÓN:	0,1 dB			
SERIE:	0006366	RANGO ^(*) :	(9 a 140) dB			
CÓDIGO ^(*) :	EL/SN14	MODELO MICRÓFONO:	377B02			
UBICACIÓN ^(*) :	NO ESPECIFICA	SERIE MICRÓFONO:	326178			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	Nº CERTIFICADO
ELP.PC.033	CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN ACÚSTICO	BRÜEL & KJÆR	4226	3282793	2023-02-05	CDK2100945
ELP.PT.042	CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN	TRANSMILLE	3041A	L1510F18	2022-12-08	AC-26128
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.036	TERMOMIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este informe son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del DANAK (Organismo Nacional de Acreditación en Dinamarca) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN Y CALIBRADOR ACÚSTICO PATRÓN					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM AC-003:1999 (EDICIÓN 0)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.51					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM					
CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ACÚSTICAS			CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ELÉCTRICAS			
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	21,3 °C	± 0,1 °C	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	21,2 °C	± 0,1 °C	
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	57,9 %HR	± 0,2 %HR	HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	58,2 %HR	± 0,1 %HR	
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1001 hPa	± 0 hPa	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1001 hPa	± 0 hPa	
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
PRUEBAS ACÚSTICAS						
FRECUENCIA DE REFERENCIA						
PONDERACIÓN A						
Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Incertidumbre	Tolerancia	
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	94,0	94,0	0,00	0,13	± 0,7	
	104,0	104,1	0,10	0,13	± 0,7	
	114,0	114,1	0,10	0,13	± 0,7	
PONDERACIÓN C						
Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Incertidumbre	Tolerancia	
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	94,0	94,0	0,00	0,13	± 0,7	
	104,0	104,1	0,10	0,13	± 0,7	
	114,0	114,0	0,00	0,13	± 0,7	

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto



RESPUESTA DE FRECUENCIA A BANDA DE OCTAVA

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB
31,5	54,6	54,7	0,10	0,20	± 1,5
63	67,8	67,9	0,10	0,20	± 1,0
125	77,9	77,9	0,00	0,20	± 1,0
250	85,4	85,4	0,00	0,15	± 1,0
500	90,8	90,8	0,00	0,15	± 1,0
1000	94,0	94,0	0,00	0,13	± 0,7
2000	95,2	95,2	0,00	0,20	± 1,0
4000	95,0	94,8	-0,20	0,20	± 1,0
8000	92,9	91,9	-1,00	0,28	+ 1,5 - 2,5

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB
31,5	91,0	91,1	0,10	0,20	± 1,5
63	93,2	93,2	0,00	0,20	± 1,0
125	93,8	93,9	0,10	0,20	± 1,0
250	94,0	94,0	0,00	0,15	± 1,0
500	94,0	94,0	0,00	0,15	± 1,0
1000	94,0	94,0	0,00	0,13	± 0,7
2000	93,8	93,9	0,10	0,20	± 1,0
4000	93,2	92,9	-0,30	0,20	± 1,0
8000	91,0	89,9	-1,10	0,28	+ 1,5 - 2,5

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto

RESPUESTA DE PONDERACIÓN TEMPORAL

Ponderación Temporal	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB
FAST	94,2	93,9	-0,35	0,27	± 1,0
SLOW	91,1	90,7	-0,38	0,27	± 1,0

Nota: Promedio de 10 mediciones por cada punto

PRUEBAS ELÉCTRICAS

RESULTADOS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB
31,5	54,6	54,7	0,100	0,078	± 1,5
63	67,8	67,8	0,000	0,078	± 1,0
125	77,9	77,9	0,000	0,078	± 1,0
250	85,4	85,4	0,000	0,078	± 1,0
500	90,8	90,8	0,000	0,078	± 1,0
1000	94,0	94,0	0,000	0,078	± 0,7
2000	95,2	95,2	0,000	0,078	± 1,0
4000	95,0	94,9	-0,100	0,078	± 1,0
8000	92,9	92,3	-0,600	0,078	+ 1,5 - 2,5

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB
31,5	91,0	91,1	0,100	0,078	± 1,5
63	93,2	93,2	0,000	0,078	± 1,0
125	93,8	93,8	0,000	0,078	± 1,0
250	94,0	94,0	0,000	0,078	± 1,0
500	94,0	94,0	0,000	0,078	± 1,0
1000	94,0	94,0	0,000	0,078	± 0,7
2000	93,8	93,8	0,000	0,078	± 1,0
4000	93,2	93,0	-0,200	0,078	± 1,0
8000	91,0	90,3	-0,700	0,078	+ 1,5 - 2,5

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto



RESULTADOS DE LINEALIDAD

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Incertidumbre	Tolerancia Linealidad de Nivel \pm
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
	dB	dB		dB	dB		
dB	-	-	94,0	-	-	0,078	$\pm 0,8$
94	-	-	40,0	0,0	-	0,078	$\pm 0,8$
40	40,0	-	41,1	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
41	41,0	41,0	42,0	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
42	42,0	42,1	43,0	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
43	43,0	43,0	44,0	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
44	44,0	44,0	44,9	-0,1	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
45	45,0	45,0	50,0	0,0	0,1	0,078	$\pm 0,8$
50	50,0	49,9	54,9	-0,1	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
55	55,0	55,0	65,0	0,0	0,1	0,078	$\pm 0,8$
65	65,0	64,9	75,1	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
75	75,0	75,0	85,1	0,1	0,0	0,078	$\pm 0,8$
85	85,0	85,1	95,1	0,1	0,0	0,078	$\pm 0,8$
95	95,0	95,1	105,0	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
105	105,0	105,1	115,1	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
115	115,0	115,0	125,0	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
125	125,0	125,1	126,0	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
126	126,0	126,0	127,1	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
127	127,0	127,0	128,0	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
128	128,0	128,1	129,0	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
129	129,0	129,0	130,1	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
130	130,0	130,0					

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Incertidumbre	Tolerancia Linealidad de Nivel \pm
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
	dB	dB		dB	dB		
dB	-	-	94,9	-	-	0,078	$\pm 0,8$
94	-	-	40,8	-0,1	-	0,078	$\pm 0,8$
40	40,9	-	41,9	0,0	0,1	0,078	$\pm 0,8$
41	41,9	41,8	42,9	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
42	42,9	42,9	44,0	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
43	43,9	43,9	44,9	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
44	44,9	45,0	45,8	-0,1	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
45	45,9	45,9	50,9	0,0	0,1	0,078	$\pm 0,8$
50	50,9	50,8	55,9	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
55	55,9	55,9	66,0	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
65	65,9	65,9	75,9	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
75	75,9	76,0	86,0	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
85	85,9	86,0	95,9	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
95	95,9	96,0	105,9	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
105	105,9	105,9	115,8	-0,1	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
115	115,9	115,9	125,9	0,0	0,1	0,078	$\pm 0,8$
125	125,9	125,8	126,8	-0,1	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
126	126,9	126,9	127,9	0,0	0,1	0,078	$\pm 0,8$
127	127,9	127,8	129,0	0,1	0,1	0,078	$\pm 0,8$
128	128,9	128,9	129,9	0,0	-0,1	0,078	$\pm 0,8$
129	129,9	130,0	130,9	0,0	0,0	0,078	$\pm 0,8$
130	130,9	130,9					

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0420-003-22



FRECUENCIA DE PRUEBA DE 8000 Hz

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Incertidumbre	Tolerancia Linealidad de Nivel
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	*
94	-	-	92,3	-	-	0,078	± 0,8
40	38,3	-	38,3	0,0	-	0,078	± 0,8
41	39,3	39,3	39,4	0,1	0,1	0,078	± 0,8
42	40,3	40,4	40,3	0,0	-0,1	0,078	± 0,8
43	41,3	41,3	41,4	0,1	0,1	0,078	± 0,8
44	42,3	42,4	42,3	0,0	-0,1	0,078	± 0,8
45	43,3	43,3	43,3	0,0	0,0	0,078	± 0,8
50	48,3	48,3	48,2	-0,1	-0,1	0,078	± 0,8
55	53,3	53,2	53,3	0,0	0,1	0,078	± 0,8
65	63,3	63,3	63,3	0,0	0,0	0,078	± 0,8
75	73,3	73,3	73,2	-0,1	-0,1	0,078	± 0,8
85	83,3	83,2	83,3	0,0	0,1	0,078	± 0,8
95	93,3	93,3	93,4	0,1	0,1	0,078	± 0,8
105	103,3	103,4	103,3	0,0	-0,1	0,078	± 0,8
115	113,3	113,3	113,3	0,0	0,0	0,078	± 0,8
125	123,3	123,3	123,4	0,1	0,1	0,078	± 0,8
126	124,3	124,4	124,3	0,0	-0,1	0,078	± 0,8
127	125,3	125,3	125,4	0,1	0,1	0,078	± 0,8
128	126,3	126,4	126,3	0,0	-0,1	0,078	± 0,8
129	127,3	127,3	127,2	-0,1	-0,1	0,078	± 0,8
130	128,3	128,2	128,3	0,0	0,1	0,078	± 0,8

RESULTADOS DE INDICACIÓN DE SOBRECARGA

Frecuencia Hz	Nivel entrada dB	Lectura Esperada dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB
1000	114,0	114,0	114,0	0,000	0,078	± 0,7
800	114,8	114,0	113,9	-0,100	0,078	± 1,0
630	115,9	114,0	113,8	-0,200	0,078	± 1,0
500	117,2	114,0	113,8	-0,200	0,078	± 1,0
400	118,8	114,0	113,7	-0,300	0,078	± 1,0
315	120,6	114,0	113,6	-0,400	0,078	± 1,0

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,00$, que para una distribución 1 (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

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

NOTA 2: Tolerancias tomadas de la Norma Internacional IEC 61672-1:2013 para sonómetros Clase 1.

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

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

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Fidel Pinaud
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2022-04-08
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2022-04-13
 FECHA DE EMISIÓN: 2022-04-13



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Ing. Savino Pineda
 Gerente General



Firma electrónica

ANEXO II: HOJAS DE CAMPO



DATOS GENERALES																			
CLIENTE:	B. B. Murillo S.A.C				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN:	R0-01													
PROYECTO:	Tesis																		
ANÁLISIS DE LA LABOR																			
ÁREA DE TRABAJO:	Metal-Mecánica			COLABORADOR:															
PUESTO DE TRABAJO:	Soldador-Plata			TIEMPO EN EL PUESTO:															
TAREAS EN JORNADA:	Fabricación de estructura para el transporte industrial			HORARIO DE TRABAJO:	7:00 - 12:00 : 1:00 4:30														
DURACIÓN (TAREAS):				FUENTES DE RUIDO:	Compresora, armarios, máquina de soldar														
EXPOSICIÓN RUIDO (FRECUENCIA):	7 horas			PERTENECE A GES:	SI <input type="checkbox"/>	N°: 2 de soldar													
DINÁMICA DE TRABAJO:				PROTECTOR AUDITIVO:	EPP (Marca, modelo):	NRR:													
DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE:	Abierto			CONTROL DE INGENIERÍA:	Implementación de cabinos base de reducción de ruido. Control de cubiertas con toma de ruido														
ESTRATEGIA DE MEDICIÓN																			
MEDICION BASADA EN LA TAREA <input type="checkbox"/> MEDICION BASADA EN EL TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/> MEDICION DE UNA JORNADA COMPLETA <input type="checkbox"/>																			
INSTRUMENTACIÓN																			
SONÓMETRO <input checked="" type="checkbox"/>	MARCA:	LPRSON		N° SERIE:	6366		CALIBRACIÓN	PRE:	POST:										
DOSÍMETRO <input type="checkbox"/>	MODELO:	IXT-1		C. I.:	ELISN/14														
MEDICIÓN																			
DATOS DE CAMPO	NÚMERO DE MEDICIONES	1																	
	TIEMPO POR MEDICIÓN	6:40																	
	FECHA DE MEDICIÓN	16-05-22																	
	RESPONSABLE	Jairo Enrique Zomayo																	
RESULTADOS																			
MEDICIÓN	HORA	TAREA 1 O JORNADA 1					TAREA 2 O JORNADA 2					TAREA 3 O JORNADA 3							
		TWA	PTWA	LMIN	LMAX	LPEAK	PDOSE	TWA	PTWA	LMIN	LMAX	LPEAK	PDOSE	TWA	PTWA	LMIN	LMAX	LPEAK	PDOSE
1	HORA(I): 10:25 HORA(F): 16:47	✓	✓	✓	✓	✓													
2	HORA(I): HORA(F):																		
3	HORA(I): HORA(F):																		
NOTA	Los campos donde no aplique se debe colocar "-"																		
NORMATIVA DE REFERENCIA																			
NTP-ISO 9612-2010 Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de ingeniería																			
OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS																			
<p>Las compresoras no cedaron adentro de los cabinos absorbentes de ruido. El abrir la puerta de los cabinos se cuenta que el ruido aumenta.</p>																			
Firma y nombre del responsable de monitoreo:			Firma y nombre del representante del cliente:			Firma y nombre del trabajador evaluado:													

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Diaz, M. Goycoolea y F. Carmedil, «ScienceDirect,» 03 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864016301055?via%3Dihub#bib0020>.
- [2] O. Organizacion Mundial de la Salud, «Millions of people in the world have hearing loss that can be treated or prevented,» 04 2013. [En línea]. Available: <https://www.who.int/pbd/deafness/news/Millionslivewithhearingloss.pdf>.
- [3] M. d. Salud, «GUÍA TÉCNICA:VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A RUIDO,» 19 Febrero 2018. [En línea]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20de%20Vigilancia%20de%20la%20Salud%20de%20los%20Trabajadores%20Expuestos%20a%20Ruido.pdf.
- [4] F. Lleana Gutiérrez, E. Arch Tirado, A. L. Lino González y L. J. Jardines Serralde, «Daño auditivo inducido por ruido recreativo,» *Scielo Salud Publica*, p. 1, 03 2018.
- [5] B. Zamorano Gonzales, V. Parra Sierra, J. I. Vargas Martinez, Y. Castillo Muraira y C. Vargas Ramos, «Disminucion Auditiva de tarbajadores Expuestos a Ruido en una Empresa Metalmeccanica,» 10 Marzo 2013. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Benito-Zamorano/publication/44204595_Disminucion_Auditiva_de_Trabajadores_Expuestos_a_Ruido_en_una_empresa_Metalmeccanica/links/0912f50b97ae352833000000/Disminucion-Auditiva-de-Trabajadores-Expuestos-a-Ruido-en-una-empr.
- [6] C. A. Peralta Yanez, «Prevalencia de la Pérdida Auditiva en los Trabajadores expuestos a ruido industrial en la empresa Metal Mecánica S.A.,» 2012. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7837>.
- [7] E. Ancalla Rayan y R. M. Palomino Rayo, «Evaluación acústica y su consecuencia en la salud de los trabajadores de J&F Metalmecánica E.I.R.L.,» 2020. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57962>.
- [8] S. Cerro Romero, D. Valladares Garrido y M. Valladares Garrido, «Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmeccanica de Talara, Piura periodo 2015 – 2018,» 06 05 2020. [En línea]. Available: <http://cmhnaaa.org.pe/ojs/index.php/rcmhnaaa/article/view/658/328>.

- [9] Y. I. Bolivar Huaracha y . A. P. Arismendi Diaz, «Propuesta de un modelo de prototipo basado en el método de doble cerramiento hermético con materiales absorbentes para reducir el ruido a niveles permisibles en el área de molino de una fábrica de tuberías de PVC-Arequipa,» Universidad Tecnológica del Peru, Arequipa, 2019.
- [10] J. Foreman, Sound Analysis and noise control, Canadá: Library of Congress Catalog, 2010.
- [11] J. M. Dueñas, «OSCILACIONES Y ONDAS MECÁNICAS,» 05 2014. [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2014/05/C-Oscilaciones-y-Ondas.pdf>.
- [12] M. Casado García, «REDES DE PONDERACIÓN ACÚSTICA,» Universidad de León, España, 2011.
- [13] A. M. Jaramillo Jaramillo, Acustica: La Ciencia del Sonido, Medellin, Colombia: Textos Academicos, 2007.
- [14] K. Olsen, Directional responses in herring to douns and noise stimulation, USA: Brage - Unit, 2017.
- [15] F. Segues, Conceptos Basicos del Ruido Ambiental, Madrid, 2007.
- [16] M. d. T. y. P. d. Empleo, «NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA Y DE PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DISERGONOMICO,» 19 03 2009. [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/472127/Anexo_1-Norma_B%C3%A1sica_de_Ergonom%C3%ADa....pdf. [Último acceso: 20 09 2021].
- [17] L. Abad Toribio, D. Colorado Aranguren, D. Martín Rui y J. Retana Maqueda, *Revista de Ciencia, Tecnología y MedioAmbiete*, vol. VIII, nº 1, pp. 5-6, 2011.
- [18] D. Bernabeu Taboada, «EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD,» de *Conferencia sobre Ruido*, Madrid, 2007.
- [19] M. d. E. y. Minas, «Minem,» 18 08 2017. [En línea]. Available: http://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=10221. [Último acceso: 20 09 2021].
- [20] M. d. Salud, «Normas Legales,» *El Peruano*, p. 2, 14 07 2008.
- [21] I. N. d. S. y. S. O. (NIOSH), «Center of Disease Control and Prevention,» CDC 24/7 : Saving Lives, Protecting People, 13 01 2015. [En línea]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>. [Último acceso: 2021 09 20].
- [22] I. Amable Álvarez, J. Méndez Martínez, L. Delgado Pérez, F. Acebo Figueroa, J. de Armas Mestre y M. L. Rivero Llop, «Contaminación ambiental por ruido,» *Revista Médica Electrónica*, vol. 39, nº 3, p. 2, 2017.
- [23] M. d. I. y. C. Comercio, *D.S. 042-F "Reglamento de seguridad industrial"*, Lima: Gobierno del Peru, 1965.
- [24] C. A. Uribe Bernal , «Evaluación del impacto sonoro en la zona central e industrial del Evaluación del impacto sonoro en la zona central e industrial del municipio de Sogamoso Boyacá municipio de Sogamoso Boyacá,» Universidad La Salle Bogota, Bogota, 2008.
- [25] K. Olsen, Directional responses in herring to douns and noise stimulation, USA: Brage - Unit, 2017.
- [26] DIGESA, Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de ingeniería, Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-INDECOPI, 2010.
- [27] Texsa S.A., «Sistemas de Aislamiento Acustico,» *TECSOUND*, pp. 5-7, 2009.

- [28] C. ANDREU CONESA, «METODOS DE CONTROL DE RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL,» CARTAGENA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, 2012, p. 41.
- [29] F. G. Campoverde Bravo. y J. J. Príncipe Jarrín., «Diseño De Un Cerramiento Acústico Para Disminuir El Ruido En Una Planta Metal Mecánica Mediante El Uso De Paneles Fonoabsorbentes.,» Samborondón, 2019.
- [30] J. L. Inche Mitma, A. R. Chung Pinzás y R. Vizarreta Chia, «Diseño y desarrollo de nuevos materiales textiles para el aislamiento y acondicionamiento acústico,» *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, vol. 13, nº 1, pp. 3-4, 2010.
- [31] J. CASTILLO y A. COSTA, «CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MATERIALES ABSORBENTES SONOROS POROSOS,» UTN FRC-Depto. Ing. Electrónica, Córdoba, 2012.
- [32] N. A. VIVANCO FERNÁNDEZ, «EVALUACIÓN DE LA AISLACIÓN TÉRMICA, ACÚSTICA Y RESISTENCIA IGNIFUGA DE UN SISTEMA DE AISLACIÓN A BASE DE ESPONJA VEGETAL LUFFA CYLINDRICA,» Universidad de Valparaíso Chile, Valparaíso, 2019.
- [33] NETZSCH, «NETZSCH Proven Excellence,» 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4134/Yadmani%20Bolivar_Angel%20Arismendi_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 20 09 2021].
- [34] D. A. Leones Hernández, «Ficha Técnica de Espuma de Poliuretano,» Madrid, 2022.
- [35] D. F. Hincapié Rojas, «Obtención y caracterización de nanopartículas de sílice a partir de la cascarilla de arroz para estudiar el efecto de su inclusión en las propiedades de las placas de fibrocemento,» Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2017.
- [36] H. PROMART, «Ficha técnica de Fibrocemento,» PROMART, Arequipa, 2021.
- [37] Eternit, *Ficha Técnica Placa Superboard*, Lima: Etex Group Company, 2020.
- [38] D. Zavala Zavala, «ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE Prensado DEL TRIPLAY.,» *Ciencia Forestal*, vol. 19, nº 74, p. 131, 2020.
- [39] P. HomeCenter, «Ficha Técnica de Triplay,» Promart HomeCenter, Arequipa, 2022.
- [40] L. Mariategui, «Industria metal mecánica, motor del desarrollo,» *RPP Noticias*, pp. 1-2, 14 02 2020.
- [41] Kísgal, «Metalmeccanica,» Kismetmetal S.A.C., 12 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.kísgal-kismetmetal.com/metalmeccanica/>. [Último acceso: 20 09 2021].
- [42] I. 2000, «Inter 2000 S.L.U. Mecanizados,» Inter 2000 S.L.U., 09 07 2020. [En línea]. Available: <https://www.inter2000mecanizados.com/post/que-es-la-metalmeccanica>. [Último acceso: 20 09 2021].
- [43] P. E. PARRILLA ALVARADO , «PINTURAS Y REVESTIMIENTOS,» UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS , Guatemala, 2019.
- [44] S. Ordóñez y J. Cifuentes, «Eficiencia energética en sistemas de aire comprimido industrial,» Universidad de San Carlos, Guatemala, 2016.
- [45] M. d. R. Párraga Velásquez y T. García Zapata, «El ruido y el diseño de un ambiente acústico,» *Redalyc.org*, vol. 8, nº 2, p. 5, 2005.
- [46] A. C. Osca Noa Roque y K. N. Vera Nuñez , «Determinación del ruido ocupacional para las medidas de control según los conocimientos y percepciones de los colaboradores en una industria panificadora,» *Universidad Peruana Union*, p. 25, 2022.

- [47] J. Astete Cornejo y H. D. Collantes Luna , Enfermedad auditiva ocupacional, Colombia: El Manual Moderno, 2022.
- [48] C. Chao Rebolledo y F. D. Barriga Arceo, «Análisis comparativo del aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura utilizando una simulación digital interactiva y un texto ilustrado,» *Redalyc. org*, vol. 9, nº 1, pp. 40-53, 2014.
- [49] D. E. Duarte González y M. C. Victoria, «Determinación del factor de potencia por fase en cargas eléctricas trifásicas tipo Y-Y usando métodos iterativos.,» *Redalyc. org*, vol. 20, nº 2, pp. 79-85, 2013.
- [50] J. M. López Romero y R. J. Lazos Martínez, «Constantes fundamentales: la última frontera para el Sistema Internacional de Unidades,» *Redalyc. org*, vol. 57, nº 5, pp. 460-469, 2011.
- [51] A. E. Canales Montenegro, A. M. Campos Pérez y J. L. Cárdenas Bergmann, «Modelamiento Predictivo de la Pérdida Auditiva Laboral, Relacionada con el Tratamiento de Absorción Acústica en una Industria Metal-Mecánica en Chile,» *Ciencia & Trabajo*, vol. 18, nº 56, pp. 73-80, 2016.
- [52] A. P. Crespo, «Evaluación de la exposición al ruido en el área de Metal Mecánica de la empresa Indurama mediante norma NTE INEN-ISO9612:2009,» Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador, 2019.
- [53] C. Severiche Sierra, V. Perea Medina y D. Sierra Calderón, «Ruido industrial como riesgo laboral en el sector metalmeccánico,» *Ciencia y Salud*, vol. 9, nº 1, pp. 31-41, 2017.
- [54] R. H. Samillán Rivadeneira, «MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA REDUCIR A NIVELES PERMISIBLES LA CONTAMINACIÓN SONORA EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A.,» Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2018.
- [55] J. C. Novoa Iñiguez, «Gestion tecnica de reduccion de ruido en la seccion de tornos del area de fabricacion de la empresa Esp Completion Technologies S.A.,» Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2015.
- [56] T. Gerard Hawkins, «STUDIES AND RESEARCH REGARDING SOUND REDUCTION MATERIALS WITH THE PURPOSE OF REDUCING SOUND POLLUTION,» California Polytechnic State University, California, 2014.
- [57] A. S. Diaz Carmona y G. J. Taco Pari, *Evaluación y propuesta de atenuación de los niveles de ruido mediante barreras absorbentes en una empresa de alimentos balanceados*, Arequipa: Universidad Tecnologica del Peru, 2019.
- [58] P. G. Giron, M. Sequeira, A. P. Azurro y V. H. Cortínez, «CONTROL DE RUIDO INDUSTRIAL MEDIANTE UN MODELO COMPUTACIONAL,» *Mecanica Computacional*, vol. XXIV, nº 1, p. 13, 2015.
- [59] Chavez Juan, «Ruido en la industria metalmeccanica: exposicion de los trabajadores y control de fuentes,» Fundacion cientifica y tegnologica, Chile, 2018.
- [60] Gomez Bernal Nadia Xiomara, «Diseño de un protocolo para el manejo de ruido en los tecnicos mecanicos del taller Automotores Camagro S.A.S.,» Universidad Minuto de Dios, Bogota, 2019.
- [61] Corrales Aldana Henry, «Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos a altos niveles de ruido en la industria minera,» Universidad ECCI, Bogota Colombia, 2021.
- [62] Forero Velasco Robinson Javier, «Mejoramiento de confort termico y acustico en proyecto de oficina en Bogota,» Universidad Catolica de Colombia, Bogota, 2021.
- [63] Caro Cahueñas Vicente Rodrigo, «Diseño de una cabina isonorizada para un laboratorio de calibracion de equipos de Monitoreo de ruido,» Universidad de Quito, Quito, 2018.

- [64] Peñafiel Campoverde., Rosa Verónica, «Diseño e implementacion de un sistema de insonorizacion en los ambientes y espacios criticos industriales en las plantas de produccion de azulejos y pisos de C.A. Ecuatoriana de Ceramica,» Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, 2018.
- [65] Sandoval, Merwin y Coral Tapia, César Alfredo, «Cabina de Aislamiento Acústico para operadores de calderos del departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba,» Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, Chimborazo, 2016.
- [66] L. R. Alcantara Montoya, T. A. Encarnacion Jimenez y N. R. Martinez Pimentel, «Control del ruido en una fabrica Pyme,» Instituto Politecnico Nacional, Escuela Superior de Ingenieria Mecanica y Electrica, Mexico, 2012.
- [67] J. C. Cardenas Gomez, «Encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmeccánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017,» Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2017.
- [68] A. C. Castillo Rojas, «Plan de higiene industrial para la reduccion de ruido en la ladrilleria ceramicos Union,» Universidad continental, Huancayo, 2018.
- [69] Bonnot M., Romeu J., Capdevila R. y Sánchez A. , «APLICACIÓN DEL CONTROL ACTIVO A LA REDUCCIÓN DEL RUIDO EN LA CABINA DE UN AVIÓN LIGERO,» Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM. , Cataluña, 2005.
- [70] Castillo Quirita Jeferson Rey, «Mitigación de los niveles de ruido por aislamiento acústico de la cabina del proceso de granallado en la Empresa Weir Minerals Vulco Perú S.A.,» Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 2017.
- [71] C. Martínez, Lesvia Pérez L., Celso E. Limpe Q., «Parametros de aislamiento acustico de un prototipo de recho construido con materiales ecologicos,» 37, vol. 1, nº 3, p. 6, 2018.
- [72] E. Facio Anchondo, L. Santos Ayala, G. F. Barrio Echavarría y R. Oliva Ramí, «EFECTO EN PRESIÓN SANGUÍNEA POR EXPOSICIÓN A RUIDO DE EMPRESA METALMECÁNICA,» 06, 16, 2018.
- [73] R. S. Peralta Claros , «DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RUIDO EN EL TALLER DE SOLDADURA DE SENATI DE LA ZONAL AREQUIPA,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN , Arequipa, 2018.
- [74] J. G. Muñoz Suárez, «Ruido Laboral En Una Empresa Metalmeccánica,» Universidad De Guayaquil, Guayaquil, 2016.
- [75] P. J. Salinas, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*, Merida: Universidad de los Andes, 2010.
- [76] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*, Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [77] B. Murillo, «Vistas fotograficas,» ByB Murillo, Arequipa, 2022.
- [78] P. Laboratorios, «Informe de Monitoreo de Ruido Ocupacional,» Paz Laboratorios, Arequipa, 2021.
- [79] G. Maps, «Vistas Satelitales,» ByB Murillo, Arequipa, 2022.
- [80] A. Peru, «Ficha Tecnica de Espuma de Poliuretano,» Aisla Peru, Lima, 2021.
- [81] A. Peru, «Ficha tecnica de fieltro textil,» ChovAcustic, Lima, 20.
- [82] P. Aisla Peru, «Ficha Tecnica de Lana de roca,» Aisla Peru, Arequipa, 2020.
- [83] A. Peru, «Ficha Tecnica de Lana de Vidrio,» Aisla Peru, Arequipa, 2020.