



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Tema:**

---

**GESTIÓN DE RUIDO LABORAL EN LA EMPRESA TALLERES BARRIGA  
SANCHEZ “TABSA”**

---

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la  
obtención del título de Ingeniera Industrial

**ÁREA:** Seguridad, calidad y ambiente

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, materiales y producción

**AUTOR:** Coraima Yaritza Freire Chanaluisa

**TUTOR:** Ing. Fernando Urrutia Urrutia, Mg.

**Ambato - Ecuador**

**febrero – 2024**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: **GESTIÓN DE RUIDO LABORAL EN LA EMPRESA TALLERES BARRIGA SANCHEZ “TABSA”**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Coraima Yaritza Freire Chanaluiza, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que la estudiante ha sido tutorada durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

-----  
Ing. Fernando Urrutia Urrutia, Mg.

**TUTOR**

## AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: GESTIÓN DE RUIDO LABORAL EN LA EMPRESA TALLERES BARRIGA SANCHEZ “TABSA” es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.



---

Coraima Yaritza Freire Chanaluiza

C.C. 1500944036

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024.



-----  
Coraima Yaritza Freire Chanaluisa

C.C. 1500944036

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por la señorita Coraima Yaritza Freire Chanaluiza, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado GESTIÓN DE RUIDO LABORAL EN LA EMPRESA TALLERES BARRIGA SANCHEZ “TABSA”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

-----  
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Edison Jordan Hidalgo, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Freddy Lema Chicaiza, MSc.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*A Dios, que encuentro en Él la luminosidad que orienta mi sendero, la fuerza que va más allá de mis limitaciones y la apreciación por cada ocasión. Este logro refleja su gracia, y mi agradecimiento perdura eternamente.*

*A mi amado Papá Gustavo, aunque tu presencia física ya no me acompaña, tu espíritu y enseñanzas continúan iluminando mi camino. Cada logro refleja los valores que compartiste conmigo, y esta tesis está impregnada con la sabiduría que generosamente me brindaste. En cada página, siento la influencia de tu amor perdurable. Dedico este trabajo en tu memoria, agradeciendo profundamente el impacto duradero que dejaste en mi vida.*

*Expreso mi gratitud a mis padres, quienes son mi principal fuente de inspiración y han mantenido una fe constante en mí, incluso en momentos de incertidumbre. Reconozco y valoro el sacrificio, la paciencia y el amor incondicional que han dedicado. Este logro no es solo mío, sino también de ellos.*

*A mis amigos, que gracias a su amistad han sido mi refugio en los momentos difíciles y mi celebración en los momentos de triunfo.*

*A mi pareja, fuente constante de inspiración y apoyo sin reservas. Agradezco sinceramente por compartir este trayecto conmigo, por ser mi refugio durante los momentos difíciles y mi compañero en las alegrías. Este logro nos pertenece a ambos.*

*Coraima Yaritza Freire Chanaluisa*

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme fuerza, sabiduría y oportunidades valiosas durante este proceso, siendo su orientación mi guía en momentos desafiantes y proporcionándome la fortaleza para perseverar.*

*Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Fernando Urrutia, mi tutor, por su dedicación, orientación ininterrumpida y respaldo. Su experiencia y conocimiento fueron fundamentales para llevar a cabo este proyecto, y su compromiso con mi crecimiento académico ha sido una fuente inspiradora.*

*Agradezco a la empresa TABSA por brindar el entorno propicio para mi investigación. La colaboración y respaldo del equipo fueron invaluableles, permitiéndome integrar teoría y práctica de manera significativa.*

*A la facultad FISEI y a todos los profesionales que la conforman, mi gratitud por brindarme los recursos, el conocimiento y el ambiente propicio para mi proceso de aprendizaje e investigación.*

*A mis amigos Jimmy, Jonathan y Christian quienes compartieron risas, desafíos y momentos de reflexión a lo largo de este camino, les agradezco por el apoyo mutuo.*

*Este logro no hubiera sido posible sin la contribución de cada uno de ustedes. Valoro enormemente su generosidad y dedicación.*

*Con gratitud,*

*Coraima Yaritza Freire Chanaluisa*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xxi</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>xxii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos .....	3
1.3 Fundamentación teórica .....	6



1.3.1 Seguridad y salud ocupacional.....	6
1.3.2 Sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) .....	6
1.3.3 Riesgo.....	6
1.3.4 Riesgo físico.....	7
1.3.5 Sonido.. .....	8
1.3.6 Intensidad del sonido.....	9
1.3.7 Escala de decibeles (dB) .....	11
1.3.8 Grupos de exposición homogéneo (GEH) .....	12
1.3.9 Ruido.....	12
1.3.10 Gestión del riesgo.....	20
1.3.11 Sistema simplificado de gestión de riesgos de accidente.....	21
1.3.12 Calibración de campo.....	41
1.3.13 Instrumento llevado por el trabajador .....	41
1.3.14 Fuentes de incertidumbre .....	42
1.3.15 Estructura del oído humano .....	43
1.3.16 Mecanismo de audición.....	45
1.3.17 Medidas de control.....	45
1.3.18 Ambiente laboral.....	49
1.3.19 Contaminación del ruido ocupacional.....	49
1.4 Objetivos .....	49

1.4.1 Objetivo general.....	49
1.4.2 Objetivos específicos .....	50
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>51</b>
2.1 Materiales.....	51
2.2 Métodos.....	54
2.2.1 Modalidad de la investigación .....	54
2.2.2 Población y muestra .....	59
2.2.3 Recolección de información.....	59
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos .....	60
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>62</b>
3.1 Datos generales de la empresa .....	62
3.1.1 Reseña histórica .....	62
3.1.2 Misión .....	63
3.1.3 Visión.....	64
3.1.4 Diagrama organizacional .....	64
3.2 Descripción de las áreas del proceso productivo de la empresa “TABSA” .....	65
3.2.1 Bodega-perfilería .....	65
3.2.2 Medición y corte .....	65
3.2.3 Doblado-prensado .....	66
3.2.4 Soldadura .....	67
3.3 Flujograma del proceso productivo de “TABSA” .....	67

3.3.1 Descripción de los procesos .....	68
3.4 Gestión del ruido laboral .....	78
3.4.1 Identificación de los peligros .....	78
3.4.2 Estimación del riesgo .....	78
3.4.3 Evaluación.....	80
3.4.4 Control... ..	133
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>181</b>
4.1 Conclusiones .....	181
4.2 Recomendaciones.....	182
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>183</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>190</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de intensidad de sonido de diversas fuentes (valores representativos) .....	11
Tabla 2. Atenuaciones de distintas frecuencias escalas de ponderación A, B y C ....	16
Tabla 3. Niveles permisibles de ruido.....	18
Tabla 4. Nivel de audición confortable (dB SPL).....	19
Tabla 5. Determinación del nivel de eficacia.....	23
Tabla 6. Determinación del nivel de exposición.....	24
Tabla 7. Determinación del NP.....	24
Tabla 8. Significado de los diferentes NP.....	24
Tabla 9. Determinación del NC.....	25
Tabla 10. Determinación del NR y NI.....	26
Tabla 11. Significado del NI.....	26
Tabla 12. Especificaciones técnicas del sonómetro PCE-322 A.....	28
Tabla 13. Especificaciones técnicas del dosímetro Sonus 2-plus.....	30
Tabla 14. Especificaciones para la duración mínima total de medición a aplicar a un grupo de exposición homogéneo de tamaño $nG$ .....	37
Tabla 15. Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo.....	40
Tabla 16. Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto de titulación.....	51
Tabla 17. Definición del RQS.....	55
Tabla 18. Criterios de inclusión y exclusión.....	56

Tabla 19. Selección de artículos a investigar .....	57
Tabla 20. Población de trabajo en el área de estructuras de los subprocesos .....	59
Tabla 21. Recolección de información.....	60
Tabla 22. Datos generales de la empresa "TABSA" .....	63
Tabla 23. Fabricación de estructura de base de espaldar .....	68
Tabla 24. Fabricación de estructura base de asiento .....	70
Tabla 25. Fabricación de bandeja de asiento .....	71
Tabla 26. Mecanismo de asiento .....	72
Tabla 27. Fabricación de pata para base de asiento .....	73
Tabla 28. Montaje de espaldar y asiento en base de estructura .....	74
Tabla 29. Pintado de asiento .....	75
Tabla 30. Listado de las máquinas "TABSA" .....	75
Tabla 31. Riesgos físicos identificados .....	78
Tabla 32. Selección de estrategia y equipo de medición para los subprocesos .....	80
Tabla 33. Fuentes de generación de ruido – Subproceso corte .....	83
Tabla 34. Fuentes de generación de ruido – Subproceso esmerilado .....	83
Tabla 35. Fuentes de generación de ruido – Subproceso doblado .....	84
Tabla 36. Fuentes de generación de ruido – Subproceso soldadura .....	84
Tabla 37. Identificación de tipo de ruido subproceso soldadura.....	86
Tabla 38. Identificación de tipo de ruido subproceso corte .....	87
Tabla 39. Identificación de tipo de ruido subproceso doblado .....	88

Tabla 40. Identificación de tipo de ruido subproceso esmerilado.....	89
Tabla 41. Tabla de resumen de los tipos de ruido.....	91
Tabla 42. Selección de equipos para muestreo de ruido industrial .....	92
Tabla 43. Tabla de resumen de control de factores ambientales para el muestreo de ruido industrial .....	93
Tabla 44. Ficha de identificación estrategia basada en la tarea – subproceso corte ..	96
Tabla 45. Ficha de medición estrategia basada en la tarea – subproceso corte .....	97
Tabla 46. Ficha de evaluación estrategia basada en la tarea – subproceso corte .....	99
Tabla 47. Ficha de identificación estrategia basada en la tarea – subproceso esmerilado .....	99
Tabla 48. Ficha de medición estrategia basada en la tarea – subproceso esmerilado .....	100
Tabla 49. Ficha de evaluación estrategia basada en la tarea – subproceso esmerilado .....	102
Tabla 50. Tiempo efectivo de la tarea con exposición al ruido - tarea corte .....	104
Tabla 51. Tiempo efectivo de la tarea con exposición al ruido - tarea esmerilado..	105
Tabla 52. Resumen de resultados por ruido laboral– Basada en la tarea.....	109
Tabla 53. Resumen de dosis de exposición diaria, estrategia basada en la tarea.....	111
Tabla 54. Identificación de tipo de ruido subproceso doblado .....	113
Tabla 55. Identificación de tipo de ruido subproceso soldadura.....	114
Tabla 56. Resumen de estrategia de medición .....	114
Tabla 57. Ficha de identificación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso doblado.....	116

Tabla 58. Ficha de medición estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso doblado.....	117
Tabla 59. Ficha de evaluación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso doblado.....	118
Tabla 60. Ficha de identificación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso soldadura .....	118
Tabla 61. Ficha de medición estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso soldadura .....	119
Tabla 62. Ficha de evaluación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso soldadura .....	121
Tabla 63. Resumen de resultados por ruido industrial.....	124
Tabla 64. Control - gestión del control del riesgo a nivel laboral.....	134
Tabla 65. Coeficiente de reducción del ruido .....	141
Tabla 66. Eficacia de protección %.....	149
Tabla 67. Espectro de frecuencias en bandas de octava del ruido en cuestión .....	150
Tabla 68. Datos de atenuación del protector (datos del fabricante).....	150
Tabla 69. Cálculo de atenuación del protector.....	150
Tabla 70. Cálculo del nivel de presión sonora efectivo. ....	151
Tabla 71. EPP Tabla de atenuación tapones auditivos.....	154
Tabla 72. EPP Tabla de atenuación orejeras.....	155
Tabla 73. Frecuencias de medida de mayor exposición al ruido vs tapón auditivo. ....	155
Tabla 74. Frecuencias de medida de mayor exposición al ruido vs orejera.....	155

Tabla 75. Indicadores del procedimiento de selección y entrega de equipos de protección auditiva .....	160
Tabla 76. Lista de documentos.....	161
Tabla 77. Pérdida por envejecimiento.....	173
Tabla 78. Calificación cualitativa del trauma .....	173
Tabla 79. Evaluación y significado del índice SAL.....	174
Tabla 80. Porcentaje de pérdida auditiva global de un oído .....	175
Tabla 81. Lista de documentos.....	177



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de una ondas sonora $y(x, t)$ y $p(x, t)$ .....	9
Figura 2. Curvas de igual sensación sonora correspondientes a distintos números de fonios [18] .....	14
Figura 3. Ponderación en frecuencia [18] .....	15
Figura 4. Nivel de presión acústica ponderada A, B, C y D [19].....	16
Figura 5. Tipos de ruido .....	17
Figura 6. Gestión del riesgo .....	20
Figura 7. Sonómetro PCE-322 A .....	27
Figura 8. Dosímetro de ruido Sonus-2 Plus .....	29
Figura 9. Medidor de estrés térmico y WGBT de SPER SCIENTIFIC.....	31
Figura 10. Anemómetro de flujo de aire AR856.....	31
Figura 11. Flexómetro.....	32
Figura 12. Cronómetro Q & Q .....	32
Figura 13. Estructura del oído medio .....	44
Figura 14. Mecanismo de audición .....	45
Figura 15. Procedimiento de selección de artículos a investigar .....	56
Figura 16. Empresa TABSA .....	62
Figura 17. Empresa Talleres Barriga Sanchez "TABSA" .....	63
Figura 18. Diagrama organizacional Talleres Barriga Sanchez "TABSA" .....	64
Figura 19. Área de bodega y perfilería.....	65

Figura 20. Área de medición y corte.....	66
Figura 21. Área de doblado y prensado .....	66
Figura 22. Área de soldadura .....	67
Figura 23. Selección y pasos de la estrategia seleccionada .....	82
Figura 24. Ruido variable soldadura .....	87
Figura 25. Ruido variable corte.....	88
Figura 26. Ruido variable doblado.....	89
Figura 27. Ruido variable esmerilado .....	90
Figura 28. Ubicación del sonómetro .....	95
Figura 29. Onda mecánica del ruido dB(A) - corte.....	96
Figura 30. Croquis de medición- doblado.....	97
Figura 31. Medición 1- corte.....	98
Figura 32. Medición 2- corte.....	98
Figura 33. Medición 3- corte.....	98
Figura 34. Onda mecánica del ruido dB(A) - esmerilado .....	100
Figura 35. Croquis de medición- esmerilado .....	101
Figura 36. Medición 1- esmerilado .....	102
Figura 37. Medición 2- esmerilado .....	102
Figura 38. Medición 3- esmerilado .....	102
Figura 39. Estadístico ruido laboral .....	111
Figura 40. Ruido variable doblado.....	113

Figura 41. Ruido variable soldadura .....	114
Figura 42. Ubicación del dosímetro .....	115
Figura 43. Onda mecánica del ruido dB(A) - doblado.....	116
Figura 44. Croquis de medición- doblado.....	117
Figura 45. Medición 1- doblado.....	118
Figura 46. Onda mecánica del ruido dB(A) - soldado .....	119
Figura 47. Croquis de medición- soldado .....	120
Figura 48. Mediciones- soldado.....	121
Figura 49. Estadístico de la medición .....	126
Figura 50. Tiempos de exposición al ruido industrial.....	128
Figura 51. Dosis de exposición al ruido industrial (%).....	131
Figura 52. Espectro de frecuencias de ruido (incluyendo la ponderación A) y la atenuación del protector auditivo .....	152
Figura 53. Tapones auditivos .....	153
Figura 54. Orejeras – protección auditiva.....	154
Figura 55. Colocación de la protección auditiva para el ruido industrial .....	159
Figura 56. Sordera de transmisión .....	169
Figura 57. Sordera mixta.....	170
Figura 58. Sordera de percepción.....	171
Figura 59. 1er grado evolución audiométrica del trauma sonoro.....	172
Figura 60. 2do. grado evolución audiométrica del trauma sonoro.....	172

Figura 61. 3er. grado evolución audiométrica del trauma sonoro.....	173
---	-----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Diagrama de procesos de la empresa “TABSA” en el área de estructuras .....	190
Anexo B. Checklist control del ruido.....	191
Anexo C. Matriz de estimación de riesgos.....	196
Anexo D. Certificado de cumplimiento .....	201
Anexo E. Certificado de calibración No. CC-6379-001-23.....	202
Anexo F. Certificado de calibración No. CC-6272-001-22.....	204

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como objeto realizar la gestión del ruido laboral en la empresa TABSA, el problema es la contaminación acústica creada por las diferentes áreas de trabajo. En la metodología de investigación se establece una población de estudio de cuatro trabajadores correspondientes a las áreas de soldadura, esmerilado, corte y doblado. Se aplica las estrategias de muestreo y medición del ruido ocupacional basados en la norma UNE EN ISO 9612:2009 y NTP 951, en la que se estableció que para el cargo de soldado y doblado se debe aplicar la estrategia basada en el puesto de trabajo con muestreo de 5 horas por ser un grupo homogéneo de trabajo, mientras que para los cargos de corte y esmerilado se aplicó la estrategia basada en la tarea, con muestreo de 5 minutos por las tareas observadas de tres jornadas distintas al azar. En el área de corte se obtuvo un nivel de ruido de 86,34dB(A) y esmerilado 89,73dB(A), los dos casos exceden los niveles de ruido propuestos por el decreto ejecutivo 2393, mayores a 85dB(A), pero debido a la exposición mínima diaria se determinó en el área de corte un valor de 7,53% y esmerilado de 48,15% de dosis diaria. En doblado se obtiene un nivel de presión acústico diaria de 82,6dB(A) y 50% de dosis, definiéndose como no sobre expuesto, pero el cargo de mayor criticidad es de soldado con 86,8dB(A) y 104% de dosis y no cumple con los límites permisibles de exposición para las 8 horas de trabajo, por lo que se recomienda realizar acciones correctivas en la fuente como la creación de procedimientos de control de ruido y mantenimiento de los equipos de soldadura, para el control en el medio se establece la selección adecuada de pantallas acústicas, finalmente en el individuo se realiza los procesos de entrega de equipos de protección personal y vigilancia de la salud.

**Palabras clave:** Ruido, contaminación acústica, nivel ruido diario, dosis de exposición, gestión del ruido.

## ABSTRACT

The purpose of this project is to carry out the management of occupational noise in the company TABSA, the problem is the noise pollution created by the different work areas. The research methodology establishes a study population of four workers corresponding to the areas of welding, grinding, cutting, and bending. The sampling and measurement strategies for occupational noise based on the UNE EN ISO 9612:2009 and NTP 951 standards were applied, in which it was established that for the welding and bending position, the strategy based on the work position should be applied with 5-hour sampling because it is a homogeneous work group, while for the cutting and grinding positions, the strategy based on the task was applied, with 5-minute sampling for the tasks observed in three different days at random. In the cutting area a noise level of 86.34dB(A) and grinding 89.73dB(A) was obtained, both cases exceed the noise levels proposed by executive decree 2393, higher than 85dB(A), but due to the minimum daily exposure a value of 7.53% was determined in the cutting area and grinding of 48.15% of daily dose. In bending, a daily sound pressure level of 82.6dB(A) and 50% of dose is obtained, which is defined as not overexposed, but the most critical position is welding with 86.8dB(A) and 104% of dose and does not comply with the permissible exposure limits for the 8 hours of work, so it is recommended to carry out corrective actions.

**Keywords:** Noise, noise pollution, daily noise level, exposure dose, noise management.

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de investigación**

GESTIÓN DE RUIDO LABORAL EN LA EMPRESA TALLERES BARRIGA SANCHEZ “TABSA”

#### **1.1.1 Planteamiento del problema**

A escala global, la creciente modernización en distintas esferas es cada vez más común, lo que conlleva a un mundo más automatizado que simplifica la ejecución de tareas en la producción. Sin embargo, esta modernización también trae consigo nuevos riesgos, muchos de los cuales no se controlan adecuadamente, amenazando la salud; entre los distintos peligros se encuentran aquellos ocasionados por maquinaria, como el ruido y las vibraciones, los cuales son inherentes a su funcionamiento [1].

De acuerdo con la información suministrada por BLS [1], se registraron cerca de 125,000 casos de disminución permanente o considerable. Solamente en el año 2009, se contabilizaron 21,000 casos de enfermedades vinculadas a la pérdida de audición. Hasta el momento, no se dispone de procedimientos quirúrgicos para rectificar este tipo de hipoacusia [1].

El ruido laboral es subestimado, presentan resultados en los largos períodos de exposición, cuando son identificados pueden convertirse en enfermedades profesionales [2], de acuerdo con un estudio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se consideran diecinueve factores de riesgo ocupacional, como la exposición prolongada a largas jornadas laborales, asociada a aproximadamente 750,000 muertes [3].

Según las estadísticas de la (OMS) se calcula que más de 360 millones de individuos en todo el mundo experimentan algún nivel de discapacidad auditiva originada por la exposición al ruido, menciona que 10% de la población global se encuentra sometida a niveles de presión sonora capaces de ocasionar hipoacusia, en otras palabras, el 75%



de los habitantes de áreas urbanas densamente pobladas se ve afectado por la contaminación acústica [4].

En Ecuador, conforme a la resolución C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, se establece que la clasificación internacional de factores de riesgo físico incluye el ruido [5]. Este hecho se respalda con estadísticas proporcionadas por el mismo instituto [6], donde se registran datos relativos a accidentes laborales reportados y enfermedades profesionales en el sector manufacturero. Dichos registros constan de 524 expedientes, reflejando el número de atenciones recibidas por enfermedades profesionales.

Dentro del sector metalmecánico engloba diversos procesos productivos con un inicio y final de la cadena de producción [7], donde se puede evidenciar que en las áreas de estructura al realizar trabajos con tubería existe un ruido persistente el mismo que están expuesto los trabajadores de dicha área. Los incidentes y problemas de salud laboral no solo representan dolor y sufrimiento para el trabajador y sus familiares, sino también un costo económico significativo para el sector productivo, empresarial y la sociedad en su conjunto [8].

La empresa Talleres Barriga Sanchez “TABSA”, se dedica a la elaboración y construcción de asientos de pasajeros para buses de transporte intraprovincial e interprovincial para el sector carroceros en la ciudad de Ambato-Ecuador.

La empresa Talleres Barriga Sanchez “TABSA”, presenta varias causas las descritas a continuación: 1) deficiente identificación de las diferentes causas y efectos de no aplicar gestión del ruido laboral, lo que nos lleva a amenazas a la salud laboral, desafíos en materia de seguridad, incumplimiento normativo e impacto en la productividad; 2) deficiente estudio de niveles de audición confortables para cada edad correspondiente al trabajador; 3) falta de medidas de control y reducción del ruido, tales como, inexistencia de mecanismos de atenuación de ruido como paredes o materiales anti ruido y 4) uso inadecuado de los equipos de protección personal “EPP” para reducir el nivel de ruido por cada trabajador.

Los efectos que se generan por la no gestión del ruido en la empresa son: 1) enfermedades profesionales como hipoacusia; 2) falta de una comunicación correcta

de manera oportuna; 3) presencia de accidentes e incidentes; 4) además disminuye la coordinación y concentración del colaborador lo cual tiende a producir accidentes dentro del área de trabajo.

En definitiva, el problema que se presenta en Talleres Barriga Sanchez “TABSА” es: inexistente gestión del ruido laboral en el área de estructuras.

## **1.2 Antecedentes investigativos**

En varias investigaciones relacionadas con el ruido destacan diversos autores y trabajos realizados, en la actualidad contaminación sonora constituye un problema que afecta a la población no solo en términos físicos, sino también en aspectos emocionales y sociales. La falta de salud mental (emocional) puede provocar estrés, dolores de cabeza, insomnio, dificultades en el habla y pérdida auditiva [9]. Se reconoce que el ruido representa un riesgo perjudicial para la salud humana, y los efectos son categorizados en aspectos físicos y psicosociales, siendo comunes las manifestaciones de efectos combinados [10].

En una revisión sistemática realizado por Samelli Alessandra, Matas Carla, Gomes Raquel y Morata Thais, publicada en la revista SciELO con el tema: “Revisión sistemática de las intervenciones para prevenir la pérdida auditiva inducida por ruido ocupacional: seguimiento” [11]; se concluye que las intervenciones implementadas para prevenir la pérdida auditiva en entornos laborales han demostrado efectos positivos tanto en la audición como en la reducción de la exposición al ruido [11].

En el estudio realizado por Carrillo Martha, Peralta Jessica, Severiche Carlos, Ortega Viviana y Vargas Luz publicada en la revista científica SciELO con el tema: “Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmecánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma” [12], se evidencia una situación críticamente preocupante en relación con el riesgo vinculado a la exposición laboral al ruido. La evaluación del riesgo indica una interpretación de nivel "Muy Alto" y, por lo tanto, este riesgo se considera inaceptable; debido a que se superan los límites establecidos en cuanto a la duración de la exposición por cada trabajador [12].

Como antecedente se utiliza también el estudio realizado por Cerro Shirley, Valladares Danai y Valladares Mario; publicada en la revista científica SciELO con el tema “Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmeccánica de Talara, Piura periodo 2015 – 2018” [8], una evaluación realizada por la empresa incluyó mediciones destinadas a cuantificar la exposición al ruido, sin embargo, no se analizaron la intensidad ni la frecuencia del ruido considerando la duración de la tarea. Los resultados son de gran relevancia, debido a que contribuirán a una orientación más efectiva de las campañas de sensibilización dirigidas a los trabajadores, se puede concluir que la incidencia del ruido es baja entre los empleados de una empresa de la industria metalúrgica [8].

En el estudio realizado por Pazmay Segundo y Lima Dayamy con el tema: “Clima laboral en empresas ecuatorianas fabricantes de carrocerías: Caso CANFAC” [13], entre marzo y abril de 2019, se realizó un estudio cuantitativo utilizando información extraída de la plataforma web. De las empresas afiliadas a nivel nacional, diecinueve tienen su sede en la provincia de Tungurahua (representando el 51.35%). Se recopilaron 478 encuestas de empleados pertenecientes a doce organizaciones vinculadas a CANFAC (equivalente al 63.16%). El trabajo es descriptivo y detalla las dimensiones del clima organizacional en estas industrias, para mejorar la comunicación interna, se recomienda prestar atención al flujo ascendente para abordar problemas personales que puedan afectar el rendimiento laboral. La compensación, especialmente para el grupo de 18 a 40 años, podría no ser satisfactoria, lo que podría tener un impacto en la retención de empleados. Se sugiere reforzar la capacitación en el grupo de 41 a 50 años, y las condiciones laborales deben recibir prioridad en el grupo de 31 a 40 años, dado que es el segmento más propenso a enfermedades relacionadas con el trabajo [13].

En la tesis realizada por Castillo Danitza [14], titulada “Propuesta de mejora de la seguridad y salud en el trabajo en operaciones de producción para reducir riesgos laborales en una empresa de carrocerías, Trujillo 2021”, el objetivo de la investigación fue examinar de manera positiva el impacto de una sugerencia de optimización de las condiciones de seguridad y salud en el ámbito laboral durante las actividades de manufactura de carrocerías en una empresa. Las soluciones propuestas incluyeron la ejecución del programa 5S y la planificación de capacitaciones [14].

Por otra parte en la maestría titulada “Condiciones de ruido industrial y su incidencia en las afecciones auditivas de los trabajadores de la empresa carrocerías IMPA.” por el autor Morales Diego [15], durante la fabricación de carrocerías para autobuses urbanos e interprovinciales, se presenta un peligro de exposición al ruido laboral o industrial. Los cálculos, basados en las dosis y límites estipulados por el Decreto Ejecutivo 2393 [16], indican un riesgo considerable en una tarea específica (preparación de materiales), lo cual demanda medidas inmediatas para prevenir posibles afectaciones en el sistema auditivo del personal [15].

En la tesis denominada: “Estudio del ruido laboral y vibraciones en el proceso de acabado de la empresa La Fortaleza Cia Ltda. de la ciudad de Ambato” realizada por Salazar Alex [17], se han detectado una sobreexposición al ruido en las áreas de pintura y refilado superando el límite permitido de 85 dB(A) de la jornada laboral establecido en el Decreto Ejecutivo 2393 [16]. Se han sugerido medidas preventivas y correctivas, como el suministro de equipos de protección personal y la implementación de un plan de mantenimiento [17].

Por otra parte en una tesis titulada: “Estudio de ruido y vibraciones en el área de producción de las carrocerías VARMA S. A. de la Ciudad de Ambato.” por el autor Durango Carlos [18], el propósito es evaluar los niveles de ruido y vibraciones mano-brazo en los entornos laborales. Se utilizan fichas de observación para identificar subjetivamente los puestos de mayor percepción y sus posibles fuentes, además de mediciones objetivas de niveles. Se emplean instrumentos como el sonómetro PCE-322A, dosímetro EXTECH 407355 y vibrómetro triaxial VC431. Los resultados indican que algunos puestos no cumplen con los niveles establecidos por normativas, sugiriendo aplicar medidas de control para disminuir la exposición del personal a estos riesgos [18].

En la presente investigación se pretende evaluar las condiciones de ruido referente al área de estructura en la empresa TABSA, con la finalidad de mejorar la salud y el bienestar de los colaboradores mejorando la calidad de ambiente en los puestos de trabajo. Para el presente estudio se seguirá la metodología normada en el Real Decreto 286/2006 y en la NTE INEN-ISO 9612 (Primera edición 2014-01) Acústica [19], las mismas que avalan las NTP 270 para determinar el tipo de ruido, NTP 950 y 951 donde

nos señalan las estrategias de medición de ruido, los equipos que van a hacer implementados dentro de la medición: Sonómetro y Dosímetro.

### **1.3 Fundamentación teórica**

#### **1.3.1 Seguridad y salud ocupacional**

De acuerdo con la reglamentación NTC-OSHAS 18001 (2007), se describe como “las circunstancias y elementos que podrían influir en el bienestar de los empleados, trabajadores temporales, personal contratista, visitantes y cualquier individuo presente en el lugar de trabajo” [20].

#### **1.3.2 Sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)**

Se enfoca en una especialidad dedicada a prevenir lesiones y enfermedades resultantes de las condiciones laborales, al mismo tiempo que protege y promueve la salud de los empleados [21].

#### **1.3.3 Riesgo**

Es la probabilidad de que se produzca un evento junto con sus implicaciones desfavorables. Sus componentes se desglosan en dos elementos fundamentales: amenaza y vulnerabilidad [22].

La amenaza se refiere a un evento, sustancia, acción humana o situación riesgosa que tiene la capacidad de ocasionar perjuicios a la salud, pérdida de vidas, daños materiales, interrupciones en las fuentes de sustento, trastornos económicos y sociales, así como impactos ambientales. La magnitud de la amenaza se establece considerando su grado de intensidad y frecuencia [22].

Por otro lado, la vulnerabilidad se relaciona con las particularidades y condiciones de un sistema o recurso propenso a sufrir peligros potenciales [22].

### 1.3.4 Riesgo físico

Con frecuencia, se emplea la expresión "agentes físicos" para referirse a diversas manifestaciones de energía con la capacidad de ocasionar perjuicios en la salud de los colaboradores [23].

#### *a. Factores de riesgo físico*

Hace referencia a los componentes del entorno como: iluminación, ventilación, carga térmica, ruido, vibración, radiación ionizante y no ionizante; los mismo que impactan en los tejidos y órganos del colaborador [24].

Los agentes físicos son relevantes en una amplia gama de sectores laborales, como la arquitectura, en industrias, los laboratorios y departamentos de servicios. Su estudio puede abordarse desde una perspectiva tradicional de higiene industrial, pero también puede aplicarse desde un enfoque ergonómico [23].

#### *b. Clasificación*

- **Iluminación.** La adecuada iluminación en el entorno laboral es fundamental para asegurar que las tareas se realicen de manera efectiva, cómoda y segura al permitir una visualización adecuada [24].
- **Ventilación.** La ventilación adecuada en los establecimientos es esencial para preservar un entorno laboral saludable. La falta puede llevar a la contaminación del entorno de trabajo debido a la acumulación de CO<sub>2</sub>, olores corporales, calor excesivo y la presencia de humos o vapores, especialmente en entornos industriales [24].
- **Carga térmica.** La presencia de humedad en el entorno laboral se relaciona con riesgos potenciales relacionados con temperaturas extremas, ya sea en términos de calor o frío, que pueden representar peligros en el trabajo. La carga térmica ambiental aborda el intercambio térmico entre la persona y su ambiente [24].
- **Ruido.** La audición implica detectar variaciones en la presión del aire con el oído. El ruido se diferencia de otros sonidos al ser desagradable y fuerte. La pérdida auditiva es debido a la exposición laboral al ruido y está vinculada a la intensidad y la duración

de este. Esto puede generar incomodidad, afectar la capacidad de trabajo, dificultar la comunicación y dar lugar a problemas de salud a largo plazo, como la pérdida auditiva [24].

- **Vibraciones.** Las vibraciones son oscilaciones de objetos sólidos que se transmiten al cuerpo mediante áreas de contacto. oscilaciones son percibidas por diversos órganos y se dividen en dos categorías: las que afectan al sistema mano-brazo y las que impactan todo el cuerpo. La percepción de las vibraciones está condicionada por elementos como frecuencia, sensibilidad de los receptores y superficie de contacto [24].

- **Radiaciones ionizantes.** Las radiaciones ionizantes pueden ionizar la materia, generando iones, que son partículas cargadas debido a un exceso o falta de electrones en átomos o moléculas; las radiaciones incluyen Rayos X, Rayos Gamma, así como partículas alfa, beta y neutrones. La alta energía de la radiación ionizante puede ionizar electrones en átomos, provocando daño en átomos presentes en organismos vivos y representando un riesgo para la salud al afectar tejidos y ADN [24].

- **Radiación no ionizante.** La radiación no ionizante se refiere a ondas electromagnéticas que se originan en el sol y dispositivos eléctricos y electrónicos, viajando a través del espacio. Aunque posee la energía suficiente para generar movimiento o vibración en los átomos, no tiene el poder de expulsar electrones de los átomos [24].

### 1.3.5 Sonido

Se manifiesta como una vibración longitudinal que se propaga a través de un medio, y en este contexto, nos enfocaremos en particular en las ondas sonoras en el aire [25].

Las ondas sonoras más básicas se presentan en forma de ondas sinusoidales o senoidales, que se poseen una amplitud, frecuencia y longitud de onda específicas. El oído humano puede percibir ondas sonoras dentro del rango de frecuencias que se extiende desde 20 hasta 20,000 Hz, lo que conocemos como la gama audible. Además, utilizamos la palabra "sonido" para caracterizar ondas análogas con frecuencias superiores (ultrasónicas) e inferiores (infrasónicas).[25].

### 1.3.6 Intensidad del sonido

La intensidad denotada como "I", representa la velocidad promedio que la onda transporta energía por unidad de área a lo largo de una superficie que se encuentra en ángulo recto con la dirección en la que se propaga. En función de la amplitud de desplazamiento o presión máxima, denominada " $P_{máx}$ " [25].

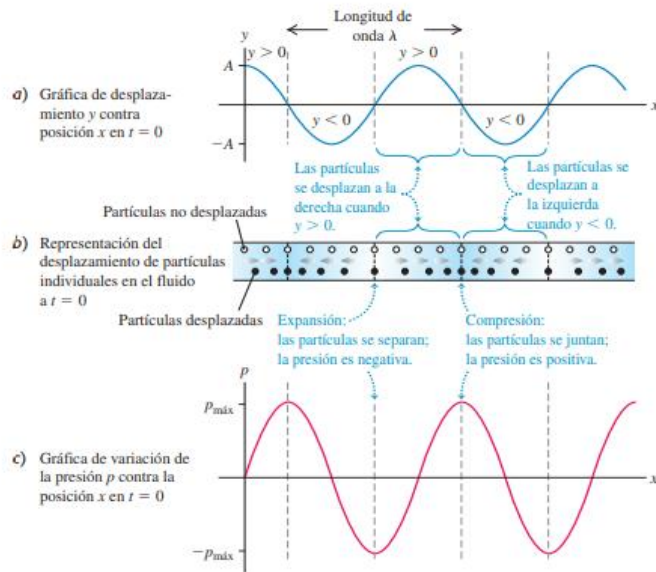


Figura 1. Descripción de una ondas sonora  $y(x, t)$  y  $p(x, t)$

#### a. Intensidad y amplitud de desplazamiento

Si la onda sonora se propaga en la dirección  $+x$ , permite usar expresiones tanto para desplazamiento  $y(x, t)$  y variación de la presión  $p(x, t)$ , como se expresa en las ecuaciones (1) y (2) [25].

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t) \quad (1)$$

$$p(x, t) = KkA \sin(kx - \omega t) \quad (2)$$

Por ende, la potencia por unidad de área es igual al producto de  $p(x, t)$  y la velocidad de la partícula,  $v_y(x, t)$ . La última es la velocidad en el tiempo  $t$  de la porción del medio que está en la coordenada  $x$ . Utilizando las ecuaciones (1) y (2), tenemos [25]:



$$v_y(x, t) = \frac{\partial y(x, t)}{\partial t} = \omega A \text{sen}(kx - \omega t)$$

$$\begin{aligned} p(x, t)v_y(x, t) &= [BkA \text{sen}(kx - \omega t)][\omega A \text{sen}(kx - \omega t)] \\ &= B\omega k A^2 \text{sen}^2(kx - \omega t) \end{aligned}$$

El valor de  $x$ , es  $\text{sen}^2(kx - \omega t)$  un periodo  $T = 2\pi/\omega$  es  $\frac{1}{2}$  obtenemos (3) [25]:

$$I = \frac{1}{2} B\omega k A^2 \quad (3)$$

Usamos las relaciones de  $\omega = vk$  y  $v^2 = B/p$ , transformamos la ecuación (3) y de esta forma obtenemos la ecuación (4) la cual es la “intensidad de una onda sonora sinusoidal” [25].

$$I = \frac{1}{2} \sqrt{pB} \omega^2 A^2 \quad (4)$$

### ***b. Intensidad y amplitud de presión***

Es útil expresar  $I$  en términos de la amplitud de presión  $P_{m\acute{a}x}$ . Usando la ecuación (5) de onda sonora sinusoidal y la relación  $\omega = vk$ , obtendremos lo siguiente [25]:

$$P_{m\acute{a}x} = BkA \quad (5)$$

$$I = \frac{\omega P_{m\acute{a}x}^2}{2Bk} = \frac{v P_{m\acute{a}x}^2}{2B} \quad (6)$$

Usando la rapidez de onda  $v^2 = B/p$ , podemos escribir la ecuación (6) [25]:

$$I = \frac{P_{\text{máx}}^2}{2\rho v} = \frac{P_{\text{máx}}^2}{2\sqrt{\rho B}} \quad (7)$$

Y de esta forma obtenemos (7) dando como resultado la intensidad de una onda sonora sinusoidal. [25].

### 1.3.7 Escala de decibeles (dB)

El sentido del oído es capaz de percibir una amplia variedad de niveles de intensidad, siendo común emplear una escala logarítmica. La ecuación que define el nivel de intensidad sonora  $\beta$  de una onda sonora es la siguiente (8) [25]:

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0} \quad (8)$$

En la ecuación (8),  $I_0$  es la intensidad de referencia se toma como  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ , el límite aproximado de detección auditiva humana alrededor de 1000 Hz. Los niveles de intensidad del sonido se cuantifican en decibeles, que se abrevian como dB [25]. Si la onda sonora tiene una intensidad de  $1 \text{ W/m}^2$  corresponde a 120 dB ver en la Tabla 1 [25].

Tabla 1. Niveles de intensidad de sonido de diversas fuentes (valores representativos)

Fuente o descripción del sonido	Nivel de intensidad del sonido, $\beta$ (dB)	Intensidad $I$ (W/m <sup>2</sup> )
Avión militar a reacción a 30 m	140	$10^2$
Umbral de dolor	120	1
Remachador	95	$3.2 \times 10^{-3}$
Tren elevado	90	$10^{-3}$
Tráfico urbano intenso	70	$10^{-5}$
Conversación ordinaria	65	$3.2 \times 10^{-6}$
Automóvil silencioso	50	$10^{-7}$
Radio con volumen bajo en el hogar	40	$10^{-8}$
Murmullo normal	20	$10^{-10}$
Susurro de hojas	10	$10^{-11}$
Umbral del oído a 1000 Hz	0	$10^{-12}$

Se sabe que el oído humano no es sensible a todas las frecuencias dentro del rango audible, existen dispositivos para medir niveles de sonido aplican ponderaciones distintas a las diferentes frecuencias. Esta ponderación da lugar a la conocida escala dBA, que asigna menos relevancia a las frecuencias extremadamente bajas y altas, donde la percepción auditiva es menos sensible, en comparación con las frecuencias del rango medio [25].

### **1.3.8 Grupos de exposición homogéneo (GEH)**

Se refiere a un grupo de trabajadores asignados a roles laborales que están expuestos de manera comparable a fuentes de ruido similares; la formación de GEH puede basarse en diversos criterios como el tipo de puesto de trabajo, la tarea realizada o el proceso productivo. La formación de estos conjuntos simplifica la recopilación de muestras en un grupo considerable de trabajadores con exposición similar [26].

No obstante, este proceso es complejo, debido a que si GEH es demasiado grande puede resultar en exposiciones no completamente homogéneas, mientras que si el GEH es demasiado pequeño es mayor esfuerzo de medición también puede estar constituido por uno solo si su exposición es altamente específica [26].

### **1.3.9 Ruido**

El ruido acústico hace referencia a un sonido no deseado en un entorno laboral. Es originado por diversas fuentes como el tráfico, la industria o la música alta, puede influir en la calidad del entorno sonoro y generar efectos perjudiciales para la salud humana: como estrés, dificultades para conciliar el sueño y problemas auditivos; la medición se realiza en decibelios (dB) con límites que varían según el contexto, en áreas urbanas se establecen límites con el fin de salvaguardar la salud. La gestión del ruido comprende acciones como la reducción en la fuente, el aislamiento acústico, la implementación de barreras y una planificación urbana adecuada; la regulación y gestión apropiada del ruido son esenciales para preservar un ambiente sonoro saludable y disminuir sus repercusiones negativas en la calidad de vida.

Desde un punto de vista físico, el ruido se manifiesta como variaciones en la presión atmosférica que viajan a través de un medio, como el aire. Estas variaciones tienen una frecuencia y una amplitud específicas y pueden ser detectadas por los órganos auditivos. En consecuencia, se trata de energía mecánica que se difunde en forma de una onda de sobrepresión constante. Esta forma de energía se conoce como energía acústica [27].

La propagación de ondas sonoras requiere la presencia de un medio elástico, comúnmente el aire. Es posible medir la alteración de la presión en comparación con la presión atmosférica, denominada presión acústica. Estas ondas sonoras exhiben diversas propiedades físicas, tales como:

- **Frecuencia:** Cantidad de cambios en la presión por segundo, medida en hertzios (Hz). La frecuencia influye en el tono del sonido, permitiendo distinguir perceptualmente entre sonidos de baja frecuencia (grave) y alta frecuencia (agudo) [28].
- **Período:** Opuesto a la frecuencia y se describe como el lapso necesario para que se complete un ciclo total de la onda sonora. Se mide en segundos [28].
- **Velocidad del sonido:** La rapidez con la que se desplaza la onda sonora a través de un material elástico [28].
- **Longitud de onda:** Separación entre puntos equivalentes en dos ondas consecutivas, simbolizada como  $\lambda$  y expresada en metros. La relación entre la longitud de onda, la velocidad del sonido, la frecuencia y el período se expresa a través de la ecuación (9) [28]:

$$\lambda = \frac{c}{f} = c \times T \quad (9)$$

Donde:

$\lambda$ : La longitud de onda (m)

**c:** La velocidad del sonido ( $\frac{m}{s}$ )

**f:** La frecuencia (Hz)

**T:** El período (s)

### **a. Sensación sonora**

La manera en que percibimos el sonido se ve influenciada por diversos factores físicos, como la presión del sonido y la frecuencia, y se debe a la reacción no lineal del oído humano a estos parámetros. Esto implica que sonidos con la misma presión de sonido, pero diferentes frecuencias pueden generar distintas sensaciones auditivas. Para comprender cómo el oído humano reacciona a las variaciones en la presión acústica y la frecuencia, se llevan a cabo investigaciones experimentales con el objetivo de medir la sonoridad, que es la percepción subjetiva del volumen del sonido y se cuantifica en fonios [28].

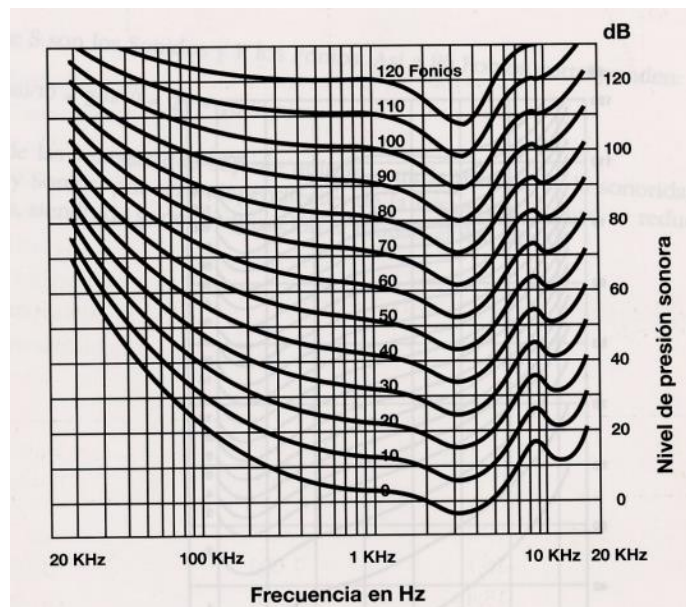


Figura 2. Curvas de igual sensación sonora correspondientes a distintos números de fonios [18]

### **b. Ponderación en frecuencia**

Con el objetivo de incorporar la percepción auditiva en la evaluación del ruido, se emplea un ajuste de los niveles medidos en cada banda de frecuencia mediante la

aplicación de diversos filtros. Estos filtros, conocidos como A, B o C (ver Figura 3), cumplen funciones específicas:

- La escala A busca replicar la atenuación percibida por el oído cuando se enfrenta a niveles bajos de presión sonora en diferentes frecuencias. En otras palabras, se ajusta para aproximarse a las curvas de igual intensidad correspondientes a bajos niveles de presión sonora. Esta escala se relaciona con la curva de igual sensación sonora de 40 fonios [28].
- La escala B tiene como objetivo simular la respuesta del oído ante niveles medios de presión acústica. Su forma refleja la curva de igual sensación sonora de 70 fonios [28].
- La escala C diseñada para emular la respuesta del oído frente a niveles elevados de presión acústica. Es bastante uniforme, excepto en las frecuencias extremas, y se alinea con la curva de igual sensación sonora de 100 fonios [28].

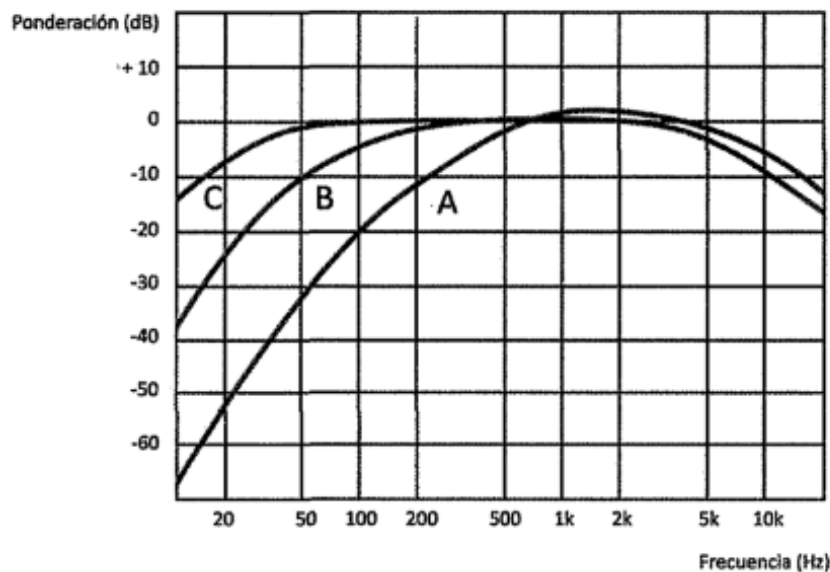


Figura 3. Ponderación en frecuencia [18]

Las atenuaciones que introduce cada una de las escalas para las distintas frecuencias se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Atenuaciones de distintas frecuencias escalas de ponderación A, B y C

f (Hz)	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
A (dB)	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1
B (dB)	-17,1	-9,3	-4,2	-1,3	-0,3	0	-0,1	-0,7	-2,9
C (dB)	-3	-0,8	-0,2	0	0	0	-0,2	-0,8	-3

*c. Nivel de presión acústica ponderada A ( $L_{pA}$ )*

La ponderación "A" establece el estándar para las frecuencias audibles al reflejar la respuesta al ruido del oído humano, siendo más receptiva en el rango de 500 Hz a 6 kHz. A pesar de cubrir todo el espectro de frecuencias de 20 Hz a 20 kHz, el filtro de ponderación "A" se adapta para aproximar la sensibilidad auditiva humana y las mediciones se expresan como "dB(A)" [29]. Ver en la Figura 4.

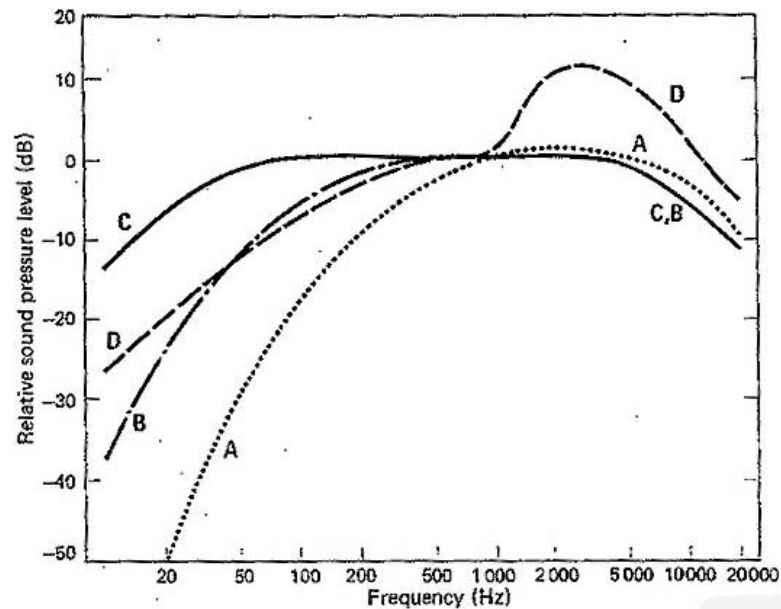


Figura 4. Nivel de presión acústica ponderada A, B, C y D [19]

*d. Niveles de exposición diaria equivalente ( $L_{Aeq,d}$ )*

Este nivel representa la presión acústica continua equivalente ponderada "A" en relación con las 8 horas laborales diarias, basándose en la información del nivel continuo equivalente ponderado "A" durante un periodo de tiempo T [30].

### e. Tipos de ruido

Según lo establecido en la NTP 270 existen diferentes tipos de ruido Figura 5 [31].

- **Ruido aleatorio.** Se refiere a la situación en la cual la variación aleatoria a lo largo del tiempo en el nivel de presión acústica ponderada A ( $L_{pA}$ ) es igual o superior a 5 dB, considerando la diferencia entre los valores máximos y mínimos [31].
- **Ruido estable.** Un sonido constante se identifica cuando el nivel de presión acústica ponderada A ( $L_{pA}$ ) persiste en gran medida invariable, y la diferencia entre los valores máximo y mínimo de ( $L_{pA}$ ) es menor a 5 dB [31].
- **Ruido de impacto.** Es aquel que tiene una duración menor a un segundo y su nivel de presión acústica disminuye de manera exponencial a medida que transcurre el tiempo [31].
- **Ruido periódico.** A la variación en el nivel de presión acústica, donde la variación entre los valores máximos y mínimos ( $L_{pA}$ ) alcanza o supera los 5 dB y sigue un ciclo recurrente [31].

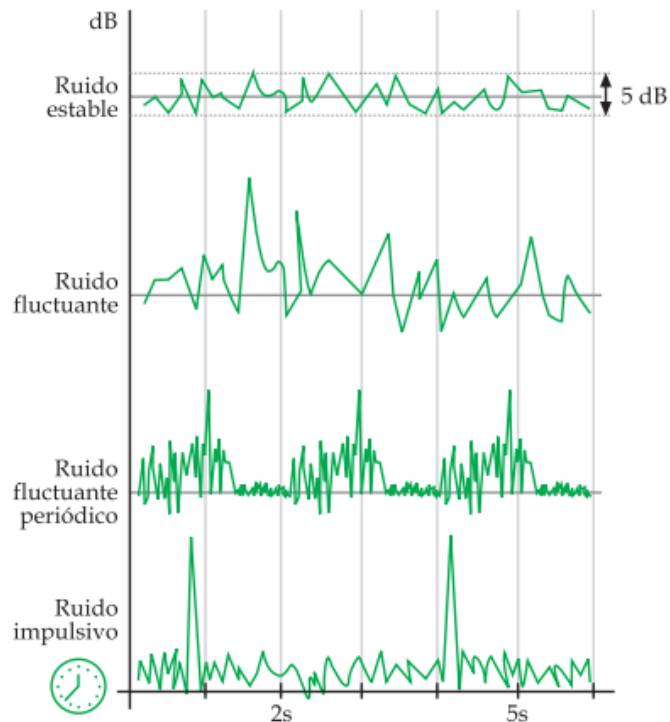


Figura 5. Tipos de ruido



**f. Niveles permisibles del ruido**

Según la legislación ecuatoriana [16], el artículo 55, inciso 6, “establece un límite máximo de presión sonora de 85 dB en la escala A del sonómetro, medido en el lugar de trabajo durante una jornada laboral de 8 horas en casos de ruido continuo” [16]. No obstante, en puestos que implican principalmente actividades intelectuales o tareas de regulación, vigilancia, concentración o cálculo, se establece un límite más bajo de 70 dB [16].

Tabla 3. Niveles permisibles de ruido

Nivel sonoro/dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Según la guía técnica [32], de acuerdo con lo estipulado en el art. 5 del Real Decreto 286/2006, “señala los valores límite de exposición, referidos al nivel de exposición diaria equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ) y nivel de pico ( $L_{pico}$ ) los cuáles son” [32]:

1. Valores límite de exposición [32]:

$$L_{Aeq,d} = 87 \text{ dB (A)} \text{ y } L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$$

2. Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción [32]:

$$L_{Aeq,d} = 85 \text{ dB (A)} \text{ y } L_{pico} = 137 \text{ dB (C)}$$

3. Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción [32]:

$$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB (A)} \text{ y } L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$$

De acuerdo con lo estipulado en la NTP 366 denominada “Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad”, el envejecimiento normal provoca cambios en la audición que se ven exacerbados por existencia de enfermedades o exposición a ruidos ambientales fuertes [33]. De acuerdo con este estándar, la pérdida auditiva se puede clasificar así:

- **Pérdida auditiva inducida por ruido:** surge en entornos laborales ruidosos de naturaleza industrial y también puede estar vinculada a la exposición constante a sonidos cotidianos en la vida social [33].
- **Nosoacusia:** se origina por diversas razones, como sorderas hereditarias progresivas, ciertas enfermedades o el uso de fármacos ototóxicos, entre otros factores [33].
- **Presbiacusia:** pérdida auditiva asociada al proceso de envejecimiento, debido a la disminución gradual a la capacidad auditiva [33].

Tabla 4. Nivel de audición confortable (dB SPL)

Edad (años)	Nivel de audición confortable (dB SPL)
15	53.5
20	55.2
25	56.9
30	58.6
35	60.5
40	62.5
45	64.5
50	66.6
55	68.9
60	71.2
65	73.6
70	76.2
75	78.9
80	81.7
85	84.6
90	87.6

Una exposición prolongada a niveles elevados puede tener impactos adversos en la coordinación y la concentración, aumentando así el riesgo de accidentes. Además, el ruido puede generar un aumento en los niveles de estrés, lo que a su vez puede contribuir a problemas de salud como enfermedades cardíacas y trastornos estomacales [33]. Aquellos empleados expuestos al ruido pueden manifestar síntomas como nerviosismo, insomnio y fatiga persistente, lo cual también puede resultar en una disminución de la productividad y tasas elevadas de ausentismo [33].

### 1.3.10 Gestión del riesgo

Comúnmente se denomina gestión del riesgo Figura 6 lo que implica estimar la importancia de los riesgos y proporcionar al empleador la información esencial para tomar decisiones adecuadas sobre la implementación de medidas preventivas y, en caso necesario, el tipo de medidas a aplicar [34].

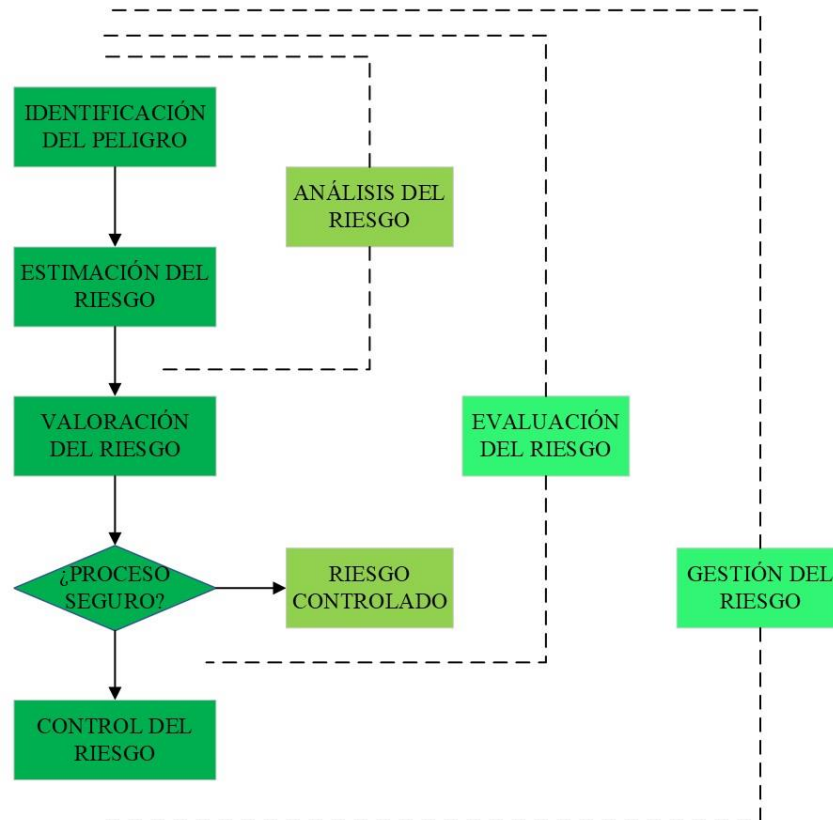


Figura 6. Gestión del riesgo

#### *Análisis del riesgo*

1. Identificación del peligro.
2. Estimación del riesgo, teniendo en cuenta tanto la probabilidad como las posibles consecuencias de la materialización del peligro.

A través del análisis de riesgo, se obtiene una comprensión de la magnitud del riesgo involucrado [34].

## **Evaluación del riesgo**

Evaluación de riesgos que implica la comparación entre el riesgo calculado y el nivel de riesgo considerado aceptable, expresado con una evaluación acerca de la tolerabilidad del riesgo asociado [34].

## **Control**

Si la valoración de riesgos señala que el nivel de riesgo no cumple con los estándares aceptables, se deben aplicar medidas de mitigación [34].

### **1.3.11 Sistema simplificado de gestión de riesgos de accidente**

#### ***a. Identificación de los peligros***

##### ***Lista de chequeo***

Se emplea para realizar una inspección detallada y metódica de tareas, procesos o elementos específicos. Consta de una enumeración de elementos o pasos que deben ser revisados o completados, y cada elemento se señala o "marca" a medida que se verifica que se ha cumplido [35].

Estas listas de control tienen aplicaciones en diversos campos y escenarios, abarcando la aviación, la medicina, la construcción, la gestión de proyectos, la industria manufacturera, la seguridad laboral y numerosas otras disciplinas [35].

#### ***b. Estimación del riesgo***

##### **Riesgo: Probabilidad y consecuencias**

Aunque se puede evaluar y reducir los riesgos con recursos como personal, tiempo y materiales, estos siempre tienen limitaciones. La elección entre métodos simplificados y sistemas complejos depende del nivel de rigor científico y profundidad de análisis necesarios. En cualquier evaluación de riesgos, se pueden definir dos conceptos clave: la posibilidad de que los elementos de riesgo se transformen en perjuicios tangibles y la magnitud de las secuelas asociadas. [36].

## **Probabilidad**

Determinar la posibilidad de un accidente implica evaluar con precisión las probabilidades de los eventos iniciales y los eventos sucesivos relacionados. Sin embargo, a medida que se extiende la cadena de eventos causales, determinar la probabilidad del accidente se vuelve más desafiante, ya que se necesita conocer todos los eventos involucrados y sus probabilidades respectivas [36].

## **Consecuencias**

Cuando un riesgo se concreta, desencadena diversas repercusiones, cada una con su propia probabilidad. En situaciones donde las consecuencias previsibles son más graves, se necesita una evaluación de probabilidad más rigurosa. Es crucial considerar tanto los posibles perjuicios materiales como las lesiones físicas, examinándolos de manera individual [36].

## **Descripción del método**

El método propuesto simplifica la medición de la gravedad de los riesgos mediante la identificación de deficiencias en los entornos de trabajo, evaluando la probabilidad de accidentes y calculando el riesgo asociado. Utiliza una escala de cuatro categorías para los niveles de riesgo (NR), probabilidad (NP) y consecuencias (NC), donde el nivel de riesgo se obtiene según las siguientes ecuaciones 10 y 11 [36].

$$NR = NP \times NC \quad (10)$$

$$NR = (ND \times NE) \times NC \quad (11)$$

Se describen los diversos elementos considerados en la evaluación. Proporcionando un desglose del procedimiento a seguir.

## **Procedimiento de actuación**

1. Identificación y descripción de actividades y/o tareas.
2. Identificación del riesgo y a que clasificación pertenece.

3. Asignar un nivel de importancia a los factores de riesgo.
4. Evaluación del ND de cada tarea descrita (ver Tabla 5).
5. Cálculo del NP a partir del ND y el NE (ver Tabla 5 y Tabla 6).
6. Cálculo del NR basado en el NP y el NC (ver Tabla 7 y Tabla 9).
7. Determinación de los niveles de intervención (ver Tabla 10 y Tabla 11) considerando los resultados obtenidos.

### Nivel de deficiencia

El concepto de "nivel de deficiencia" (ND) hace referencia a la evaluación de la conexión anticipada dentro del grupo de elementos de riesgo contemplados y su vínculo causal directo con la posibilidad de un accidente [36]. Los números utilizados en este método y su explicación están descritos en la Tabla 5.

Tabla 5. Determinación del nivel de eficacia

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgos significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se han detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

### Nivel de exposición

El término "nivel de exposición" (NE) se utiliza para evaluar con qué frecuencia se presenta la exposición al riesgo [36]. Cuando se trata de un riesgo particular, se puede calcular la cantidad de exposición al considerar elementos como la cantidad de tiempo dedicado a las áreas de trabajo y las actividades con maquinaria, entre otros factores, ver en la Tabla 6.

Tabla 6. Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

### Nivel de probabilidad

Se determinará el nivel de probabilidad (NP) considerando la insuficiencia De las precauciones tomadas y la susceptibilidad a situaciones de riesgo [36]. Este valor se calcula como el resultado de multiplicar ambas consideraciones en la Tabla 7 y su justificación se encuentra detallada en la Tabla 8 [36].

Tabla 7. Determinación del NP

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Tabla 8. Significado de los diferentes NP

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

### Nivel de consecuencias

Se utilizan cuatro categorías para clasificar las consecuencias (NC) de manera similar. Esta clasificación abarca tanto daños físicos como daños materiales [36]. La Tabla 9 justifica la necesidad de dar un mayor énfasis al factor consecuencias en la evaluación.

Tabla 9. Determinación del NC

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

Adicionalmente, se observa que los incidentes con consecuencias mínimas se han categorizado como serios. Este enfoque tiene la intención de ser más meticuloso al evaluar las implicaciones en relación con la salud de las personas como resultado de un incidente, en contraste con la adopción de un enfoque exclusivamente medicolegal.

### Nivel de riesgo y nivel de intervención

En la Tabla 10, es posible identificar el NR y, a partir de la agrupación de los diversos valores calculados, se pueden definir grupos para priorizar las acciones necesarias. Esto se logra mediante la creación de cuatro niveles (identificados con números romanos) [36].



Tabla 10. Determinación del NR y NI

		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Se determina el nivel de riesgo mediante el cálculo ( $NR = NP \times NC$ ). En la Tabla 11, se ofrece una organización de los niveles de riesgo que conduce a la definición de los niveles de intervención con su respectivo significado.

Tabla 11. Significado del NI

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

### c. Evaluación

#### Equipos de medición

Lo indicado en la NTP 270 [31] y la NTE INEN 9612 [19], presentan un enfoque metodológico que facilita la evaluación del nivel de ruido, el dispositivo empleado para llevar a cabo las mediciones de ruido fue el Sonómetro PCE-322 A y Dosímetro de ruido Sonus-2 Plus.

- **Sonómetro PCE-322 A.-** Como se muestra en la Figura 7 presenta un diseño actualizado y es adecuado para diversas mediciones relacionadas con el ruido. Principalmente utilizado en sectores industriales, de salud, seguridad y medio ambiente, este dispositivo permite la medición precisa; su función de memoria facilita el registro de valores para un análisis posterior, con capacidad para almacenar hasta 32700 registros para mediciones prolongadas [37].



Figura 7. Sonómetro PCE-322 A

Las funciones principales del sonómetro para la recopilación de información se describen a continuación:

1. Para encender el dispositivo, simplemente presionar el botón de encendido una vez; si desea apagarlo, manténgalo presionado durante tres segundos.
2. El botón A/C se emplea para evaluar los datos obtenidos, siendo recomendable seleccionar la opción A al realizar tomas de datos.
3. Los botones FAST/SLOW permiten obtener mediciones de ruido rápidas o lentas, siendo aconsejable elegir la opción SLOW para lograr mediciones más precisas.

4. Indicador MAX-MIN proporciona información sobre el nivel máximo y mínimo de ruido, siendo recomendable identificar el máximo en la zona de trabajo.
5. El botón REC posibilita la grabación de datos, los cuales se almacenan en la memoria interna del sonómetro.
6. El botón SETUP activa o desactiva la conexión con el ordenador para la transferencia de datos mediante un cable USB.

### Especificaciones técnicas:

Tabla 12. Especificaciones técnicas del sonómetro PCE-322 A

Especificaciones técnicas	
Rangos	Bajo (Low) 30-80 dB
	Medio (Medium) 50-100 dB
	Alto (High) 80-130 dB
	Automático (Auto) 30-130 dB
Rangos dinámicos	50 dB
Pantalla	LCD de 4 dígitos
Resolución	0,1 dB
Precisión	± 1,4 dB
Actualización de valores en pantalla	2 veces por segundo
Frecuencia	31,5 Hz-8k Hz
Memoria	32.700 registros
Ponderación de frecuencia	A, C
Ponderación temporal	Rápido (125 milisegundos)
	Lento (1 segundo)
Tipo de micrófono	Condensador electret
Funciones	Valores MIN, MAX, HOLD y alarma
Salida analógica	AC/DC
	Auriculares
Interfaz	USB
Desconexión automática	A los 15 minutos de inactividad
Condiciones operativas	0 ... +40 °C, <90 % Hr.
Condiciones de almacenamiento	-10 ... +60 °C, 10 ... 75 % Hr.
Alimentación	Pila de 9 V (aprox. 30 h en continuo)
	Fuente de alimentación
Dimensiones	280 x 95 x 45 mm
Peso	Aprox. 350 g
Norma	IEC 61672-1 (clase II)

- **Dosímetro de ruido Sonus-2 Plus.** - Se trata de un dispositivo sonoro que incluye filtros de bandas de 1/1 para calcular la exposición al ruido a lo largo del tiempo y se utiliza comúnmente para seleccionar la protección auditiva más adecuada. Por otro lado, se elige el filtro de 1/3 de octava para identificar las fuentes de ruido. [38].



Figura 8. Dosímetro de ruido Sonus-2 Plus

Las funciones principales del dosímetro para la recopilación de información se describen a continuación:

1. Para encender el dispositivo, presione el botón de encendido una vez y de igual forma para apagarlo.
2. Verificar que exista suficiente batería para realizar las mediciones.
3. Se procede a conectar el dispositivo mediante la conexión USB con la computadora para poder configurar las horas de muestreo dentro del software CRIFFER.
4. Una vez que se configura el tiempo de muestreo, se debe poner la ponderación de tiempo *Slow* es decir Lenta y con una ponderación de frecuencia en A.; terminada la configuración se guarda los cambios y se procede a desconectar el dispositivo.
5. Se enciende el dispositivo y se coloca en el lado izquierdo del trabajador, se le instruye al colaborador el tiempo que estará con el dispositivo para que el mismo no sea retirado ni manipulado por el trabajador.
6. El botón SEI nos ayuda a ingresar al menú donde una vez colocado el dispositivo en el trabajador se acciona, con las flechas nos desplazamos dentro del interfaz del dispositivo y buscamos el *Start* y se procede a dar inicio con la toma de datos del ruido.

- Terminado el tiempo se retira del colaborador el dispositivo y se procede a conectar con la computadora para guardar la medición.

**Especificaciones técnicas:**

Tabla 13. Especificaciones técnicas del dosímetro Sonus 2-plus

Especificaciones técnicas	
Display:	Pantalla LCD retroiluminada de alto contraste
Micrófono de 1/2" con entrada auxiliar tipo P2 para insertar señales eléctricas	
Rango:	40 a 140 dB
3 canales preconfigurados OSHA, NIOSH y User (Usuario)	
Frecuencia de ponderación:	A, C y Z
Tiempo de respuesta:	Rápido (Fast), Despacio (Slow) e Impulso (Impulse)
Niveles de Criterio:	80 a 90 dB
Nivel Umbral:	60 a 90 dB
Factor de duplicación:	3, 4, 5 o 6 dB
Indicación de pico:	115 dB
Dosis de ruido para el período evaluado (OSHA, NIOSH y 1 más configurable simultáneamente)	
Dosis de ruido proyectada, Lavg, Leq, NE, NEN, TWA	
Histograma del período evaluado	
60 memorias de medición o aproximadamente 20k registros	
Frecuencia de muestreo:	1 a 60 segundos
Calibración automática	
Función agenda:	Programación para inicio, pausa y fin de dosimetría
Alta resistencia a EMI/RFI	
Temperatura de funcionamiento:	0 a 65 °C
Humedad de funcionamiento:	0 a 95 %
Indicación del porcentaje de batería (0 a 100%)	
Alimentación:	Batería de iones de litio
Autonomía de batería:	12h
Cargador:	Bivolt con conexión USB
Comunicación con cable (USB)	
Dimensiones:	90 x 57 x 22 mm
Peso:	79g

- Medidor de estrés térmico y WGBT de SPER SCIENTIFIC.** - El medidor de estrés térmico y WGBT (*Wet Bulb Globe Temperature*) de SPER SCIENTIFIC como se puede apreciar en la Figura 9 mide el estrés térmico en entornos laborales o deportivos. Utiliza el índice WGBT, que considera la temperatura del bulbo seco representa la temperatura del aire, mientras que el bulbo húmedo está asociado con la humedad del aire, y el globo simula la temperatura radiante, para evaluar la carga térmica total [39].



Figura 9. Medidor de estrés térmico y WGBT de SPER SCIENTIFIC

- **Anemómetro de flujo de aire AR856.-** Un instrumento como el anemómetro AR856, que es portátil y digital, tiene la capacidad de medir la velocidad total del viento, así como la magnitud de la velocidad en un plano específico o el componente de la velocidad en una dirección particular. Este dispositivo se utiliza para la medición de la velocidad del viento, la temperatura y otros parámetros relacionados con el flujo de aire, como se muestra en la Figura 10 [40].



Figura 10. Anemómetro de flujo de aire AR856

- **Flexómetro.-** Un flexómetro, también denominado cinta métrica, se utiliza como instrumento de medición en carpintería, construcción y actividades que demandan

precisión en las medidas, este dispositivo consta de una cinta flexible que se enrolla en un carrete y está confeccionada en acero u otro material resistente, presentando marcas graduadas en centímetros y pulgadas para lograr mediciones exactas [41].

Incluye un gancho en el extremo para facilitar la medición al engancharlo en objetos; algunos modelos incorporan funciones adicionales como bloqueo automático y botones para gestionar el enrollado de la cinta [41].



Figura 11. Flexómetro

- **Cronómetro.-** Dispositivo alimentado por batería que posibilita la medición precisa del tiempo en un suceso o la duración de un fenómeno, exactitud de centésimas de segundos. Se puede iniciar y detener a elección mediante el uso de dos botones [42].



Figura 12. Cronómetro Q & Q

- ***Selección de la estrategia de medición***

Fueron creadas para evaluar la presencia de ruido en el lugar de trabajo son las siguientes [26]:

- Basada en la tarea: las labores cotidianas se fragmentan en un conjunto definido de actividades representativas, cada una de las cuales se evalúa de manera individual [26].
- Basada en el puesto de trabajo (función): la evaluación se lleva a cabo en empleados que realizan una variedad de funciones en su entorno de trabajo [26].
- Jornada completa: se realiza durante todo el horario laboral [26].
- ***Estrategia basada en la tarea.***- Determinación de la duración de la tarea utilizando datos recabados de entrevistas con trabajadores y otro personal, o puede determinarse mediante observaciones repetidas. La media aritmética, representada como  $T_m$  (media), la duración de cada tarea m se calculará a partir de los J valores recopilados,  $T_{m,j}$ , mediante la aplicación de la siguiente ecuación [26]:

$$\overline{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (12)$$

La adición de las diversas actividades, representada por  $T_m$ , se ajustará a la duración estándar de la jornada laboral,  $T_e$ , de acuerdo con la ecuación [26]:

$$T_e = \frac{1}{J} \sum_{m=1}^M \overline{T}_m \quad (13)$$

Donde:

$T_m$ : es la duración media de la tarea m.



**M:** es el número total de tareas identificadas.

### **Cálculo del nivel diario equivalente $L_{Aeq,d}$**

Se registrará el nivel equivalente de presión sonora ( $L_{Aeq,T,m}$ ) para cada tarea (m). La toma de cada medida se prolongará lo necesario para reflejar adecuadamente la exposición al ruido durante la realización de la tarea específica. En el caso de tareas que tengan una duración inferior a 5 minutos, la medición se adaptará a la duración de la tarea; en el caso de tareas que superen los 5 minutos, la medición se extenderá por al menos 5 minutos [26].

La norma sugiere realizar al menos 3 mediciones, y si los resultados difieren en 3 dB o más, se deben realizar 3 o más mediciones adicionales, revisar la definición de tareas o repetir las medidas con tiempos más prolongados para reducir la incertidumbre asociada [26].

Se emplea la siguiente fórmula para determinar el nivel de presión sonora asociado a la tarea en cuestión (14) [26]:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left[ \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] dB(A) \quad (14)$$

Donde:

$L_{Aeq,T,m}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.

$I$ : Número total de mediciones del puesto de trabajo.

Si las mediciones de  $L_{Aeq,d}$  muestran una variación de 3dB o superior entre sí, se deben realizar tres mediciones adicionales y revisar las descripciones de las tareas [26].

Para el cálculo del nivel diario equivalente para cada tarea m, está dado por (15) [26].

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \log \left[ \frac{\overline{T_m}}{T_o} \right] dB(A) \quad (15)$$

Donde:

$L_{Aeq,d,m}$ : Cálculo del nivel diario equivalente.

$L_{Aeq,T,m}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.

$\overline{T_m}$ : Es la media aritmética.

$T_o$ : Es el tiempo laboral (8horas).

### Cálculo de la incertidumbre

Para calcular la incertidumbre basada en la tarea se aplica la (16) [26].

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left( \sum_{m=1}^M \left[ c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right) \quad (16)$$

Donde:

**m**: Corresponde a cada tarea definida.

**M**: Número total de tareas.

$u_{1a,m}$ : Incertidumbre estándar muestreo por tareas.

$u_{1b,m}$ : Incertidumbre estándar cálculo de la duración de la tarea.

$u_{2,m}$ : Incertidumbre estándar al instrumento de medida empleado.

$u_3$ : Incertidumbre estándar a la posición del micrófono.

$c_{1a,m}$  y  $c_{1b,m}$ : Diferentes coeficientes de sensibilidad.

Los coeficientes de sensibilidad se calculan por la siguiente (17) y (18):

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_o} 10^{0,1 \times (L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})} \quad (17)$$

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m} \quad (18)$$

Las incertidumbres estándar se calculan según (19) y (20):

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,m} - \overline{L_{Aeq,T,m}})^2 \right]} \quad (19)$$

Donde:

**I:** Número total de mediciones de la tarea.

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[ \sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]} \quad (20)$$

Donde:

**J:** Número total de observaciones de la duración de la tarea.

- **Estrategia basada en el puesto de trabajo.-** Esta estrategia se utiliza en situaciones donde es difícil describir con precisión el patrón de trabajo o dividirlo en tareas definidas. Se basa en mediciones aleatorias entre trabajadores con puestos equivalentes o exposición similar al ruido.

Recomendada por la NTE INEN-ISO 9612 [19], es especialmente útil para trabajos con un pequeño número de tareas muy ruidosas. Aunque requiere más tiempo de medición, suele proporcionar resultados con menor incertidumbre. Se deben establecer grupos homogéneos Tabla 14 [19].

Tabla 14. Especificaciones para la duración mínima total de medición a aplicar a un grupo de exposición homogéneo de tamaño  $n_G$

Número de trabajadores en el grupo de exposición homogéneo $n_G$	Duración mínima acumulativa de medición a repartir entre el grupo de exposición homogéneo
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) \times 0,5h$
$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) \times 0,25h$
$n_G > 40$	17h o fraccionar grupo

El nivel de presión sonora basado en el puesto de trabajo para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación [26]:

$$L_{Aeq,T,e} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,n}} \right] dB(A) \quad (21)$$

Donde:

$L_{Aeq,T,n}$ : El nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.

$N$ : Es el número total de mediciones del puesto de trabajo.

El nivel de ruido equivalente diario basado en el puesto se calcula con la siguiente ecuación (22) [26]:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T,e} + 10 \lg \left[ \frac{T_e}{8} \right] dB(A) \quad (22)$$

Donde:

$T_e$ : Es la duración de la jornada laboral.

### **Incertidumbre basada en el puesto de trabajo**

Para calcular la incertidumbre se aplicará la ecuación (23) [26]:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (23)$$

Donde:

$c_1 u_1$ : Número de mediciones.

El valor de  $u_1$  se calculará mediante la ecuación (24) [26]:

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[ \sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - \overline{L_{Aeq,T}})^2 \right]} \quad (24)$$

Donde:

$L_{Aeq,T,n}$  : Presión sonora equivalente.

$N$ : Número de mediciones.

$\overline{L_{Aeq,T}}$ : Media aritmética de la muestra.

Si el valor obtenido para  $c_1 u_1$  supera los 3,5 dB, según lo indicado, se recomienda revisar el plan de medición efectuado, donde "N" representa el número de mediciones realizadas [26].

- **Estrategia basada en la jornada completa.**- La estrategia integral abarca toda la jornada laboral, incluyendo momentos de alta y baja exposición al ruido. Esta aproximación resulta beneficiosa en situaciones donde es difícil describir detalladamente el patrón de trabajo. Aunque requiere menos análisis de las condiciones laborales, implica más tiempo de medición. Se recomienda especialmente en escenarios donde la exposición al ruido es desconocida o complicada, sin embargo, la amplia cobertura aumenta el riesgo de errores, como interferencias [26].

Para mitigar esto, se sugiere supervisar al trabajador durante la medición o al final del día laboral, los dosímetros son dispositivos comunes en esta estrategia. Para calcular el nivel diario equivalente, se deben realizar tres mediciones en tres días laborales y, si hay una variación de 3 dB(A), se deben realizar dos mediciones adicionales [26].

Utilizando las ecuaciones (25) y (26):

$$L_{Aeq,T,e} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,n}} \right] dB(A) \quad (25)$$

y

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T,e} + 10 \lg \left[ \frac{T_e}{8} \right] dB(A) \quad (26)$$

### **Incertidumbre basada en la jornada completa**

La incertidumbre basada en la jornada completa se utilizará la siguiente ecuación (27) [26]:

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[ \sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - \overline{L_{Aeq,T}})^2 \right]} \quad (27)$$

Para obtener la ecuación (28):

$$u^2(L_{Aeq,d}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (28)$$

- **Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo.**- La Tabla 15 proporciona orientación para elegir la estrategia de medición en función del patrón de trabajo.

Tabla 15. Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo

PATRÓN DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
		Basado en la Tarea	Basado en el puesto de trabajo (función)	Basado en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación	RECOMENDADA	-	-
	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo completo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE
	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir.	-	RECOMENDADA	APLICABLE

- **Cálculo del tiempo de exposición diario.-** Se realizará a partir del nivel de presión sonora equivalente diario ( $L_{pAeq,d}$ ), representativo del puesto de trabajo en estudio, con este valor se calcula el tiempo permitido (T), que finalmente se combina con el tiempo de exposición ( $T_e$ ), dando como resultado la dosis que recibe el trabajador, para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$T = 8 \times 2^{\frac{85-L_{pAeq,d}}{5}} \quad (29)$$

Donde:

**T:** Tiempo de exposición (horas)

$L_{pAeq,d}$ : Nivel de presión acústica, diaria

- **Cálculo de la dosis.-** En situaciones donde se enfrenta a exposiciones intermitentes al ruido, conforme al artículo 55 del DE 2393[16], “se requiere tener en cuenta el

impacto conjunto de los niveles de sonido que alcancen o superen los 85 dB (A)” [16]. En este contexto, la dosis diaria de ruido (D) se determina utilizando la fórmula siguiente y no debe exceder el valor de 1, según la ecuación que se presenta a continuación [16] :

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{Cn}{Tn} \quad (30)$$

Donde:

**C:** Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico (horas)

**T:** Tiempo total permitido a ese nivel (horas)

**D:** Dosis de exposición diaria al ruido laboral  $\times 100\%$

### **1.3.12 Calibración de campo**

La calibración en terreno implica comprobar la precisión acústica del equipo de medición, que incluye el micrófono, en situaciones reales. Esta verificación se lleva a cabo en un ambiente sin ruido antes y después de cada conjunto de mediciones, con ajustes al principio y sin ajustes al final. Si la lectura al final difiere en más de 0,5 dB de la inicial, los resultados de ese conjunto deben ser descartado [19].

### **1.3.13 Instrumento llevado por el trabajador**

Es fundamental ubicar el micrófono en la parte superior del hombro, manteniendo una distancia mínima de 0,1 metros desde el canal auditivo externo del oído más expuesto y aproximadamente 0,04 metros por encima del hombro. Se debe asegurar que la sujeción del micrófono y el cable impidan cualquier influencia mecánica o de la ropa que pueda afectar los resultados, sin comprometer las tareas ni la seguridad [19].

Se recomienda informar a los trabajadores sobre el propósito de la medición y se le instruye a no quitar el instrumento durante el monitoreo. Después de calibrar y colocar correctamente el micrófono, es necesario reiniciar el exposímetro sonoro personal



siguiendo las indicaciones del fabricante. Es esencial registrar la hora de inicio y apagar la instrumentación al finalizar, tomando nota también de la hora de finalización. Cualquier pico sonoro no validado debe ser investigado y detallado en el informe [19].

#### **1.3.14 Fuentes de incertidumbre**

La importancia de atenuar la influencia de factores que generan imprecisión en las mediciones de ruido. Se aborda una variedad de incertidumbres, como variaciones en las condiciones laborales, la utilización de instrumentos y su calibración, la posición del micrófono, interferencias externas, errores en el análisis laboral y la aparición inesperada de fuentes de ruido, se subraya que la precisión se ve especialmente afectada por la complejidad del entorno laboral y la ubicación del micrófono. Se recomienda seguir normativas para mitigar aspectos como la colocación del micrófono, interferencias externas y errores en el análisis [19].

Se indica que el método de medición tiene un impacto en la exposición y la incertidumbre del ruido, señalando que los dosímetros personales pueden incluir fuentes adicionales, mientras que los sonómetros portátiles excluyen algunas. Por último, se advierte que las mediciones en posiciones estáticas pueden subestimar la exposición al ruido debido a la dificultad para abordar contribuciones de fuentes cercanas al oído, como las herramientas manuales [19].

##### ***a. Impactos mecánicos sobre el micrófono***

Es esencial prevenir posibles errores derivados de impactos mecánicos en el micrófono y la pantalla anti-viento, ya que estos podrían tener un impacto en las mediciones. En el contexto de los exposímetros sonoros personales, la interacción o colisión con objetos externos puede resultar en registros de niveles elevados de presión sonora. Para reducir la incertidumbre, se aconseja verificar las mediciones comparando los resultados diarios, si están disponibles, con las observaciones durante la medición. En situaciones donde se identifiquen niveles de pico inusuales, se recomienda analizar su impacto y repetir la medición en caso de una alteración significativa. En eventos en los cuales los instrumentos no retengan datos y se observen niveles de pico atípicos, también se sugiere repetir la medición [19].

### ***b. Viento y corrientes de aire***

Es esencial evitar mediciones en áreas con corrientes de aire, como el viento. Se sugiere evaluar el impacto del ruido causado por corrientes de aire en entornos laborales similares sin corrientes de aire o en lugares sin exposición a ruido ocupacional, pero con un flujo de aire similar. Para mitigar el ruido provocado por las corrientes de aire, se aconseja equipar los micrófonos con pantallas anti-viento [19].

Los exposímetros sonoros personales, se destaca la eficacia de pantallas anti-viento más grandes en los sonómetros portátiles para gestionar de manera más efectiva el ruido inducido por las corrientes de aire, recomendando un diámetro mínimo de 60 mm para estas pantallas en sonómetros portátiles [19].

### ***c. Importancia de las contribuciones sonoras***

Es crucial definir con precisión los sonidos relevantes para evaluar la exposición al ruido en el ámbito laboral. Se deben considerar sonidos como la radio, conversaciones y señales de alarma si son parte integral de la actividad laboral, a menos que haya razones sólidas para excluirlas, en cuyo caso se debe documentar esta decisión en el informe. Ante comportamientos inusuales durante las mediciones, se debe investigar su posible influencia en los resultados, y si se considera significativa, se deben realizar mediciones adicionales [19].

### **1.3.15 Estructura del oído humano**

La capacidad de oír y mantener el equilibrio se atribuye al órgano auditivo, el cual se divide en tres secciones claramente definidas: el oído externo, medio e interno. Ver Figura 13 [43].

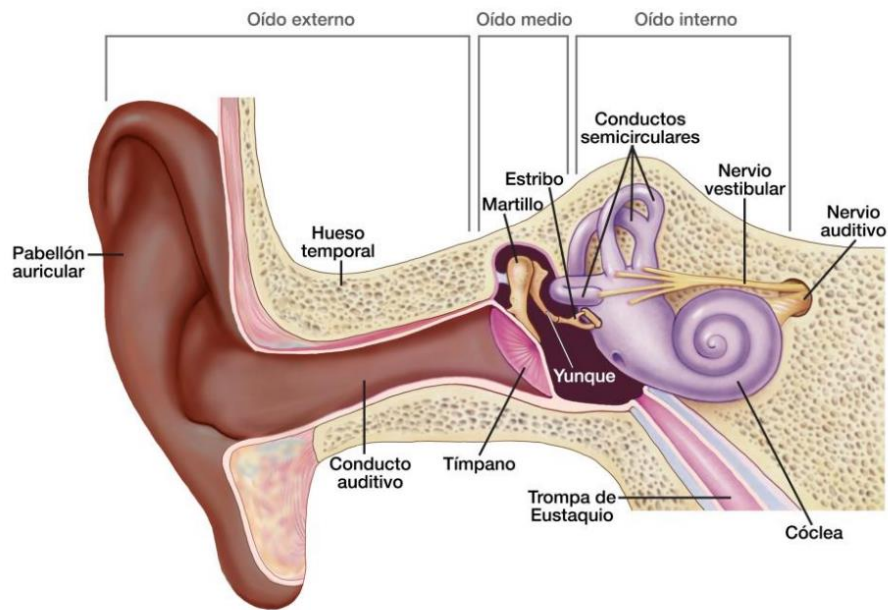


Figura 13. Estructura del oído medio

**a. Oído externo**

Cumple la función de un dispositivo transmisor que registra las ondas sonoras circundantes y las dirige hacia el interior del oído [43]. Esta región anatómica se divide en:

- **Pabellón auricular:** Formado cartílago y recubierto de piel [43].
- **Conducto auditivo externo:** Se extiende desde la parte externa de la oreja hasta el tímpano, conformado por cartílago elástico, tejido óseo y piel suave que contiene vellosidades y cerumen. Se conecta con el oído medio a través del tímpano [43].

**b. Oído medio**

Está mayormente constituido por la cavidad del tímpano, la membrana timpánica y la trompa de Eustaquio; en esta región se encuentran los pequeños huesos auditivos, como el martillo, el yunque y el estribo, que forman una cadena conectando la membrana timpánica en su parte externa con la ventana oval [43].

### c. Oído interno

Este tejido óseo se prolonga de forma ininterrumpida hacia el oído medio. En su porción frontal, contiene la cóclea, un órgano especializado en la percepción auditiva. La cóclea presenta una estructura enrollada en forma de espiral, conocida coloquialmente como "el caracol" [43].

#### 1.3.16 Mecanismo de audición

Las ondas de presión acústica son captadas por el canal auditivo externo y llevadas al tímpano, causando su vibración. Esta vibración se transfiere al oído medio, donde los huesecillos (martillo, yunque y estribo) conectados a la membrana llamada ventana oval reciben la vibración. A través de esta membrana, se activa el fluido del oído interno, estimulando las células ciliadas vinculadas a células nerviosas que generan impulsos. Estos impulsos son transmitidos por el nervio auditivo al cerebro, que los interpreta como sonido [43].

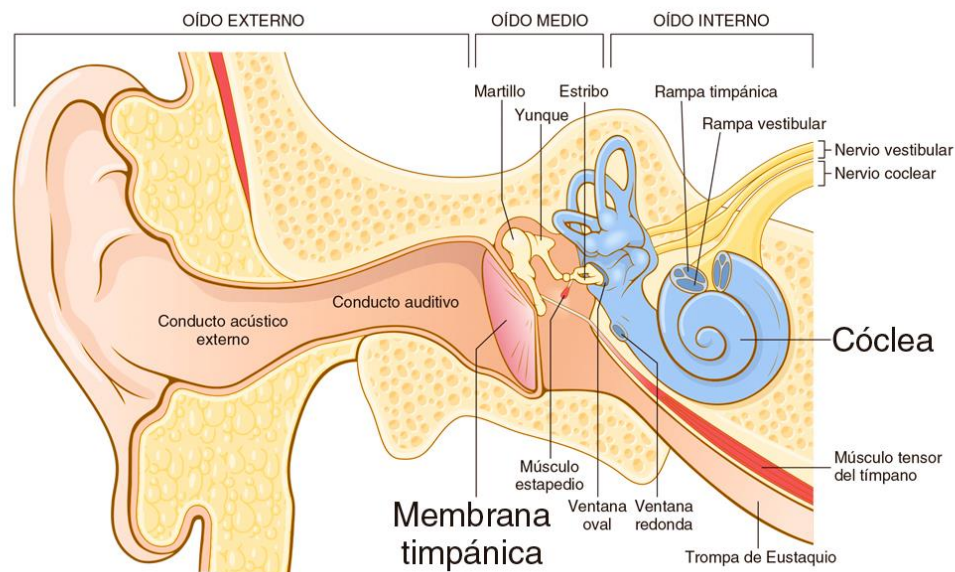


Figura 14. Mecanismo de audición

#### 1.3.17 Medidas de control

Han sido concebidas con el propósito de disminuir la exposición de las personas al sonido y mitigar los peligros asociados a la salud auditiva. Estas estrategias abarcan

aspectos administrativos y técnicos. A continuación, se presentan algunas de las prácticas habituales en el control del ruido [44].

*a. Medidas administrativas*

- **Rotación de tareas:** Alternar a los empleados entre actividades con y sin ruido con el objetivo de disminuir el tiempo total de exposición al ruido [44].
- **Programación de trabajo:** Programar tareas ruidosas fuera de las horas de trabajo normales o en momentos en que menos personas estén presentes [44].
- **Zonificación del trabajo:** Establecer áreas designadas para tareas ruidosas y restringir el acceso a personas no autorizadas [44].
- **Señalización y educación:** Instalar señalización de precaución en zonas ruidosas y ofrecer entrenamiento para sensibilizar a los empleados acerca de los peligros asociados al ruido [44].

*b. Medidas técnicas*

**Fuente**

- **Monitoreo continuo:** Establecer sistemas de vigilancia para evaluar de manera constante los niveles de ruido en el entorno laboral. [44].
- **Pantallas acústicas:** Instalar pantallas acústicas alrededor de maquinaria ruidosa para bloquear la propagación del sonido [44].

**Medio**

- **Acondicionamiento sonoro:** Emplear materiales aislantes acústicos en paredes, techos y suelos con el objetivo de disminuir la propagación del sonido [44].
- **Encapsulamiento de maquinaria:** Encapsular maquinaria ruidosa en estructuras insonorizadas para contener y reducir la propagación del ruido [44].

- **Mantenimiento preventivo:** Realizar un mantenimiento regular para prevenir el desgaste de la maquinaria, lo que puede aumentar los niveles de ruido [44].
- **Medios de atenuación por barreras.** Las barreras acústicas son estructuras diseñadas con el propósito de disminuir o bloquear la propagación del sonido desde una fuente ruidosa hasta un receptor. Estas barreras resultan efectivas en ambientes que buscan reducir la expansión del ruido, como carreteras, ferrocarriles, áreas industriales o zonas urbanas [44]. Aquí se presentan algunos métodos para reducir el impacto del ruido mediante barreras acústicas:
  - **Paredes insonorizadas:** Se utiliza materiales acústicos, como paneles absorbentes, con el objetivo de disminuir la transmisión del sonido [44].
  - **Paneles absorbentes:** Permite absorber las ondas sonoras y reducir la reflexión [44].
  - **Diseño de superficie:** El empleo de las superficies dispersa o absorbe el sonido, como superficies rugosas o materiales porosos [44].
  - **Altura de la barrera:** Permite bloquear de manera más efectiva la línea de visión directa entre la fuente y receptor [44].
  - **Distancia:** Al aumentar la distancia entre la fuente y el receptor para contribuir a la reducción de la intensidad del sonido percibido [44].
  - **Pantallas vegetales:** Se utiliza pantallas vegetales, como setos densos o árboles, para crear una barrera natural que absorba y disperse el sonido [44].
  - **Control de vibraciones:** Aplicar medidas para reducir las vibraciones transmitidas a través de la estructura de la barrera, ya que estas pueden contribuir al ruido [44].
  - **Barreras móviles:** El empleo de barreras acústicas móviles que se puedan colocar estratégicamente según sea necesario para abordar fuentes temporales de ruido [44].

- **Diseño de barrera:** Configurar el diseño de la barrera con elementos que eviten la reflexión directa del sonido hacia el receptor, como superficies inclinadas [44].
- **Material de construcción:** Al seleccionar materiales de construcción específicos con propiedades acústicas para maximizar la atenuación del sonido [44].
- **Puentes térmicos:** Evitar puentes térmicos en la estructura de la barrera, ya que estos pueden facilitar la transmisión del sonido [44].
- **Reflectores de sonido:** Utilizar reflectores de sonido para redirigir las ondas sonoras lejos de las áreas sensibles al ruido [44].

La eficacia de las barreras acústicas puede depender de factores como la frecuencia del sonido, la distancia entre la fuente y receptor, y las condiciones ambientales. Frecuentemente, se recurre a la combinación de varios enfoques para lograr la atenuación del sonido deseada en un entorno específico [44].

### **Receptor**

- **Equipos de protección auditiva (EPA):** Proporcionar tapones o protectores auditivos a los empleados expuestos al ruido [44].
- **Capacitación sobre el uso de EPA:** Capacitar a los trabajadores sobre cómo usar los equipos de protección auditiva y la importancia de hacerlo [44].
- **Selección de EPA adecuados:** Elegir equipos de protección auditiva que se adapten adecuadamente al entorno y al tipo de trabajo [44].
- **Revisiones médicas periódicas:** Realizar revisiones médicas regulares con el fin de evaluar la salud auditiva de los empleados que están expuestos a niveles elevados de ruido [44].
- **Medios de atenuación por equipos de protección:** Los dispositivos de protección auditiva (EPA) tienen como objetivo disminuir la exposición del trabajador al ruido [45].

La reducción del sonido es esencial al seleccionar protección auditiva para asegurar una disminución efectiva del ruido a niveles seguros. Se evalúa al calcular el nivel de presión sonora efectiva ponderado A con el protector auditivo en su lugar, comparándolo con el nivel de acción para determinar su idoneidad. Este proceso implica tener en cuenta factores como el nivel de presión acústica equivalente, la curva de atenuación acústica y el valor de reducción de ruido. En el proceso de selección de protectores auditivos (EPA), se realiza el cálculo de atenuación mediante diversos procedimientos [45].

### **1.3.18 Ambiente laboral**

Las condiciones seguras y sanitarias en el entorno laboral son consideradas como aspectos protegidos por la legislación laboral y representan el establecimiento de un ambiente de trabajo tangible. De hecho, este concepto de ambiente laboral debería incorporarse dentro de las condiciones de trabajo, especialmente en áreas relacionadas con la salud, seguridad laboral e higiene ocupacional [16].

### **1.3.19 Contaminación del ruido ocupacional**

Los impactos adversos de la contaminación sonora en la salud y el rendimiento diario, especialmente en el ámbito laboral, pueden tener consecuencias perjudiciales. Con el propósito de prevenir estos riesgos, el Real Decreto 286/2006 establece normativas para regular la seguridad y la salud de los trabajadores frente a los peligros asociados con la exposición al ruido [46].

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Gestionar el ruido laboral en la empresa Talleres Barriga Sanchez “TABSA”.



### **1.4.2 Objetivos específicos**





- Analizar los factores de ruido laboral en el área de estructura de la empresa Talleres Barriga Sanchez “TABSA”.
- Medir los niveles de ruido que están expuestos los trabajadores de la empresa Talleres Barriga Sanchez “TABSA”.
- Establecer una propuesta de medidas de control para disminuir el ruido laboral del área de estructura.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA


### 2.1 Materiales


En la Tabla 16 se detallan los materiales empleados dentro de la investigación.

Tabla 16. Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto de titulación

Tipo de materiales	Material	Descripción	Figura
Administrativos	Esferos	Son instrumentos de escritura que utilizan una pequeña esfera o bola en su extremo para transferir tinta al papel.	
	Folder	Es una carpeta o un archivador físico que se utiliza para almacenar y organizar documentos impresos, papeles u otros materiales de manera ordenada.	
	Resmas de papel bond	Es un tipo de papel de alta calidad y duradero que se utiliza comúnmente en entornos de oficina y para imprimir documentos importantes, como cartas, informes, currículos y otros materiales profesionales.	
Instrumentos	Sonómetro Clase II	Es un medidor de grado general debido a sus diferentes niveles de tolerancia. Su uso es ideal para evaluaciones de ruido en el trabajo.	

Tipo de materiales	Material	Descripción	Figura
	Dosímetro acústico, con bandas de octava	El aparato evalúa los niveles de ruido a través de un contador digital que cuenta con capacidad de filtrado para segmentar el espectro audible. Esto posibilita la identificación de diferentes niveles de ruido en frecuencias específicas.	
	Medidor de estrés térmico y WGBT de SPER SCIENTIFIC	El aparato examina las condiciones del entorno para calcular el grado de estrés térmico en personas o sistemas, tomando en cuenta elementos como temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar, los cuales pueden tener un impacto perjudicial en el cuerpo humano u otros organismos.	
	Anemómetro de flujo de aire AR856	Es un dispositivo que permite evaluar la velocidad del viento o el movimiento del aire en un entorno específico. Estos dispositivos son fundamentales en distintas aplicaciones en las que resulta vital tener información sobre la velocidad del aire.	
	Flexómetro	Es una herramienta enrollable y flexible utilizada para medir distancias. La cinta tiene marcas de medición en unidades como centímetros y pulgadas, con un gancho en uno de los extremos para sujetar el objeto medido.	

Tipo de materiales	Material	Descripción	Figura
	Cronómetro	Instrumento de medición del tiempo, en milisegundos	
Tecnológicos	Computador portátil	Es un dispositivo electrónico diseñado para la búsqueda de información, realización de tareas, etc.	
	Conexión a internet	Utilizado para la búsqueda de información y a su vez compartir datos.	
	Impresora	Dispositivo utilizado para la impresión de documentos e información relevante.	
Softwares	Word	Software de texto diseñado para el registro de información.	
	Excel	Software de análisis de datos, diseñado para la recopilación de información.	
	Visio	Es una herramienta de software utilizada en la creación de diagramas de procesos y una amplia variedad de gráficos técnicos y empresariales.	

Tipo de materiales	Material	Descripción	Figura
	Criffer Suite	Es un software utilizado para la recolección de los datos de medición realizados a través del dosímetro de 1/8 de banda.	

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Modalidad de la investigación

En este proyecto de investigación se utilizaron distintos enfoques con el propósito de ofrecer una propuesta de solución a la empresa dentro de la problemática previamente expuesta.

#### *a. Investigación documental*

Es de carácter bibliográfico-documental, porque se realizaron investigaciones en diversas fuentes información, como libros, revistas especializadas, publicaciones, recursos en línea y estudios previamente realizados. Este enfoque proporciona los cimientos esenciales para llevar a cabo la investigación al recopilar información esencial por lo cual se aplicó la metodología prisma como se detalla a continuación:

- **Metodología prisma**

La utilización de la metodología prisma ofreció al escritor una estructura sólida para registrar exhaustivamente el progreso de la revisión bibliográfica, abarcando desde la fundamentación de la revisión hasta los resultados obtenidos. Además, facilitó el proceso de identificar, seleccionar y evaluar los estudios pertinentes para el proyecto.

#### **1. Definición de preguntas de investigación**

En un principio, se desarrollaron las preguntas de investigación (RQS) junto con sus razones ver en la Tabla 17. Las cuales sirvieron como orientación para la obtención de datos pertinentes en relación con la temática de la gestión del ruido laboral.

Tabla 17. Definición del RQS

	RQ1	RQ2	RQ3
Preguntas de investigación (RQS)	¿Qué beneficios conlleva la gestión del ruido laboral en la empresa?	¿Qué métodos existen para evaluar el riesgo físico por ruido?	¿Qué procedimientos se debe realizar para la medición del ruido?
Motivación	Determinar la importancia de tener una gestión adecuada del ruido laboral con el fin de mejorar la productividad y eficacia en la empresa.	Proporcionar información que permita determinar el nivel de riesgo del ruido en el área de estructuras de la empresa.	Informar sobre los pasos a seguir para realizar las mediciones en el área de trabajo basándonos en las estrategias seleccionadas.
Punto de vista (PV)	Gestión del ruido laboral.	Métodos para evaluar el ruido.	Pasos para realizar las mediciones de acuerdo con las estrategias que van a hacer utilizadas.

## 2. Selección de bases de datos científicos

Se realizó una investigación minuciosa que englobó diversas fuentes de datos, incluyendo repositorios digitales universitarios como Scielo y Dialnet. La selección de estas fuentes se basó en su pertinencia bibliográfica con respecto al tema tratado. Con el propósito de mejorar la recuperación de información, se establecieron términos de búsqueda específicos. En el primer grupo (PV1), la búsqueda se configuró como "gestión" OR "estrategias" AND "ruido" AND "laboral". Para el segundo grupo (PV2), se empleó la combinación de términos "método" OR "técnica". Finalmente, en el tercer grupo (PV3), se utilizó la combinación de términos "ruido laboral".

## 3. Búsqueda de artículos, revistas y tesis

Este procedimiento se divide de manera explícita en cuatro etapas distintas. Primera etapa, se establecieron criterios para la inclusión y exclusión de documentos, los cuales se detallan en la Tabla 18. En la segunda fase, se llevó a cabo la organización meticulosa de los documentos según la relevancia de la información que contienen. La tercera etapa involucró una revisión exhaustiva de la información, desde el resumen hasta las conclusiones. En última etapa, se creó una matriz que presenta los documentos pertinentes para la investigación, incluyendo detalles como el nombre del autor, el título, la base de datos de origen, el año y una breve descripción del contenido del documento.

Tabla 18. Criterios de inclusión y exclusión

No.	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos o tesis que aborden directamente el tema de estudio.	Artículos o tesis que no aborden directamente el tema o estén duplicados.
C2	Investigaciones como artículos o tesis publicados entre el 2018 y 2023.	Artículos o tesis que tengan más de 10 años de publicación.
C3	Artículos o tesis que aborden temas con métodos, técnicas o estrategias de la medición del ruido.	Artículos o tesis que aborden otro tema distinto.
C4	Artículos o tesis que aborden directamente el tema referente a la gestión del ruido laboral.	Artículos o tesis que no aborden directamente el tema o se encuentren duplicados en base a la gestión del ruido laboral.

A continuación, en la Figura 15, se describe el procedimiento a través del cual se eligen documentos en diversas bases de datos para recopilar la información esencial:

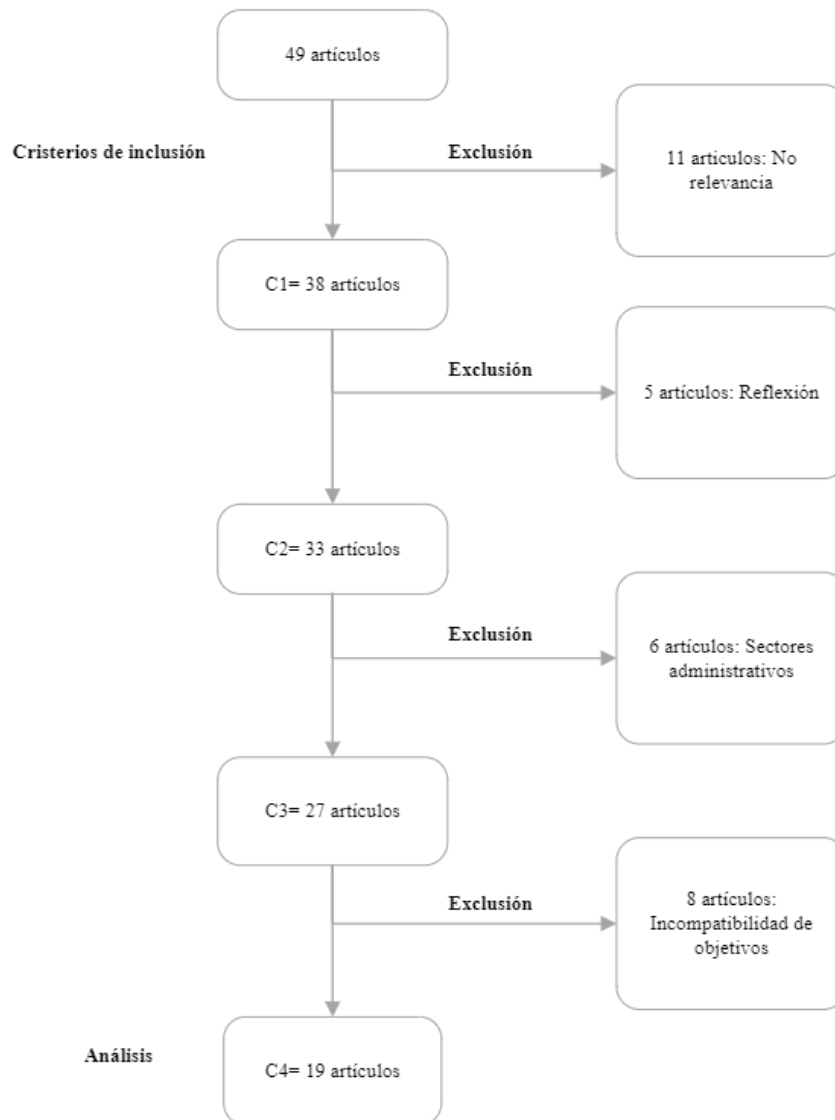


Figura 15. Procedimiento de selección de artículos a investigar

Las investigaciones fueron tales como se detallan en la Tabla 19, a continuación:

Tabla 19. Selección de artículos a investigar

Autores y año de publicación	Nombre del artículo	Tipo de estudio	Área de la revista	Lugar de procedencia
Carrillo Martha, Vargas Luz, Severiche Carlos, Peralta Jessica, Ortega Viviana (2022) [7]	Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico	Experimental	Ciencias - Ingeniería Industrial	Cartagena de indias - Colombia
Cerro Shirley, Valladares Danai, Valladares Mario (2018) [8]	Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmecánica de Talara, Piura periodo 2015 - 2018	Experimental	Ciencias - Ingeniería Industrial	Piura - Perú
Quispe Julio, Roque Cesar, Rivera Gladys, Rivera Freddy, Romaní Claros (2021) [9]	Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú	Descriptivo	Ciencias - Ingeniería Industrial	Juliaca - Perú
Samelli Alessandra, Matas Carla, Gomes Raquel, Morata Thais (2021) [11]	Revisión sistemática de las intervenciones para prevenir la pérdida auditiva inducida por ruido ocupacional: seguimiento	Descriptivo	Ciencias - Ingeniería Industrial	São Paulo - Brasil
Carrillo Martha, Peralta Jessica, Severiche Carlos, Ortega Viviana, Vargas Luz (2021) [12]	Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmecánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma	Experimental	Ciencia - Ingeniería Industrial	Pereira - Colombia
Pazmay Segundo, Rojas Dayamy (2020) [13]	Clima Laboral en Empresas Ecuatorianas Fabricantes de Carrocerías: Caso CANFAC	Descriptivo	Ingeniería Industrial	Samborondón - Ecuador
Castillo Danitza (2021) [14]	Propuesta de mejora de la seguridad y salud en el trabajo en operaciones de producción para reducir riesgos laborales en una empresa de carrocerías, Trujillo 2021	Experimental	Ingeniería Industrial	Trujillo . Perú
Morales Diego (2019) [15]	Condiciones de ruido industrial y su incidencia en las afecciones auditivas de los trabajadores de la empresa carrocerías IMPA	Experimental	Ingeniería Industrial	Ambato - Ecuador
Salazar Alex (2018) [17]	“Estudio del ruido laboral y vibraciones en el proceso de acabado de la empresa La Fortaleza Cia Ltda.	Experimental	Ingeniería Industrial	Ambato - Ecuador
Durango Carlos (2018) [18]	Estudio de ruido y vibraciones en el área de producción de las carrocerías	Experimental	Ingeniería Industrial	Ambato - Ecuador



Autores y año de publicación	Nombre del artículo	Tipo de estudio	Área de la revista	Lugar de procedencia
	Varma S. A de la ciudad de Ambato			
Medina Ángela, Velásquez Gloria, Giraldo Laura, Henao Miguel, Vásquez Elsa (2018) [43]	Sordera ocupacional: una revisión de su etiología y estrategias de prevención	Descriptivo	Ingeniería Industrial	Colombia
Alvear Claudia (2018) [47]	Validación de métodos para la determinación del nivel de exposición al ruido e iluminación en el trabajo	Experimental	Ingeniería Química	Quito - Ecuador
Aleaga Juan (2022) [48]	El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas S.A.	Experimental	Ingeniería Industrial	Ambato - Ecuador
Gamero Héctor (2020) [49]	Comparación de los niveles de ruido, normativa y gestión de ruido ambiental en Lima y Callao respecto a otras ciudades de Latinoamérica	Descriptivo	Ciencias - Ingeniería Industrial	Lima - Perú
Peris Eulalia (2021) [50]	La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente	Descriptivo	Ciencias - Ingeniería Industrial	Europa

### ***b. Investigación de campo***

El investigador se desplazará al sitio donde ocurren los eventos para interactuar y recopilar información sobre un contexto específico que se alinee con los objetivos del proyecto. Este tipo de investigación es fundamental dado que permitió comprender y evaluar las variadas intensidades de ruido mediante el empleo de un sonómetro y dosímetro durante la producción de asientos para buses del área de estructuras en la empresa "TABSA".

### ***c. Niveles de investigación***

- ***Exploratorio:*** Esto permitió la identificación de las variables identificadas como intensidad de la exposición sonora y gestión del ruido las mismas que son relevantes para la investigación, explorando una problemática desconocida en un contexto específico. El proceso comenzará con una evaluación inicial del problema, sin llegar a determinar sus causas y consecuencias.

- **Descriptivo:** Esto facilitó la categorización de los riesgos físicos y las estrategias de medición del ruido en base a la NTE INEN-ISO 9612:2009 [19] cuya descripción será organizada y estructurada de manera sistemática de acorde a las estrategias utilizadas.

## 2.2.2 Población y muestra

### a. Población

El cálculo de la población en una tesis puede ser crucial dependiendo del tema y enfoque del proyecto. La población bajo investigación dentro del área de estructuras en la empresa “TABSA” está compuesta por los subprocesos del área a estudiar son: medición y corte, esmerilado, doblado-prensado y soldado como se puede observar en la Tabla 20, obteniendo una población total de cuatro (4) trabajadores que ocupan los cargos de obreros, y que están expuestos todos al ruido laboral.

Tabla 20. Población de trabajo en el área de estructuras de los subprocesos

Puestos de trabajo en el área de estructuras (subprocesos)	Personal de trabajo
Medición y Corte	1
Esmerilado	1
Doblado - Prensado	1
Soldado	1
Total	4

### b. Muestra

Dado que el tamaño de la población es inferior a 100 puestos de trabajo, se opta por utilizar la totalidad de la población sin la necesidad de seleccionar muestras representativas.

## 2.2.3 Recolección de información

Para obtener datos, se llevó a cabo el proceso de recopilación según se detalla en la Tabla 21 a continuación.

Tabla 21. Recolección de información

	<b>Técnica</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Descripción</b>
Identificar	Observación	Lista de chequeo	La lista de chequeo permitió conocer los factores o circunstancias presentes en la empresa con el propósito de entender por qué se debería de realizar mediciones sobre el ruido laboral en la zona estructuras.
Estimar	Observación	Matriz de estimación de riesgos	La matriz de estimación de riesgos nos permitió tener un análisis y resultados cualitativos con el fin de conocer los niveles de riesgos que están presentes dentro de los procesos en la fabricación de asientos de la empresa "TABSA".
Valorar	Mediciones: con las estrategias basadas en la tarea y en el puesto de trabajo acuerdo con la NTE INEN-ISO 1962:2009	Equipo de medición Sonómetro, Clase II	El Sonómetro de clase II, nos permitió saber el tipo de ruido y exposición del personal.
		Equipo de medición Dosímetro	El dosímetro sonus-2 nos permitió saber el dB expuesto de los colaboradores en cada subproceso del área de estructuras con el fin de concluir a que nivel de exposición al ruido están expuestos.
		Hoja de registro de medición (Hoja de cálculo)	La hoja de cálculo nos facilitará los cálculos de estas con el fin de dar un resultado verificable de si existe o no sobreexposición en cada subproceso medido con anterioridad.

#### 2.2.4 RProcesamiento y análisis de datos

Se realizó un examen exhaustivo de la información recopilada, que implica la depuración de datos defectuosos tales como pueden ser lectura errónea de datos

obtenidos debido a la presencia de perturbaciones impropias del área de trabajo como aquellos que son contradictorios, incompletos o no pertinentes; mala calibración de los instrumentos de medición; el trabajador realizó otra acción fuera de lugar que interrumpió la medición.

En estos casos individuales o particulares, se realizó nuevamente la recopilación de datos para corregir respuestas incorrectas y/o erróneas. Después, los datos cuantitativos obtenidos mediante los dispositivos de medición se organizaron en una hoja de cálculo para realizar un análisis del estado actual de la empresa utilizando las ecuaciones para determinar los niveles de ruido permitidos en la zona evaluada.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Datos generales de la empresa

#### 3.1.1 Reseña histórica



Figura 16. Empresa TABSA

Talleres Barriga Sanchez “TABSA” comienza sus actividades comerciales en el año 1995, con 2 colaboradores bajo la administración del Sr. Luis Barriga, esta empresa se encuentra ubicada en Ambato, parroquia de Izamba, Sector Panamericana Norte, Av. Indoamérica. La empresa está registrada legalmente como tipo de contribuyente: “Personas Naturales” en el SRI desde el año 2007.

Durante de la trayectoria comercial de fabricación de asientos, se ha venido experimentando cambios administrativos orientados hacia la optimización de sus procesos productivos e innovación de sus productos terminados, con el objetivo primordial de alcanzar la satisfacción de sus clientes.

Para enfrentar los retos comerciales interpuestos por la competitividad, la empresa “TABSA” mantiene su certificación de gestión de calidad, alineándose de esta manera a las mejores prácticas nacionales e internacionales de producción y optimización de sus productos.

En la Tabla 22 los datos generales de la empresa “TABSA” se describen a continuación:

Tabla 22. Datos generales de la empresa "TABSA "

Razón social:	TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"		
			
Ubicación:			
<p>Figura 17. Empresa Talleres Barriga Sanchez "TABSA "</p>			
Provincia:	Tungurahua	Sector:	Izamba
Cantón:	Ambato	Dirección:	Panamericana Norte S/N y Av. Indoamérica.
RUC:	1804448031001		
Actividad:	Fabricación de estructuras de metal asientos para buses.		
Representante legal:	Ing. Javier Alexander Barriga Sanchez, Mg.		

### 3.1.2 Misión

“Diseñar y fabricar asientos para unidades de transporte de pasajeros cumpliendo con los estándares de calidad, confort e innovación”.

### 3.1.3 Visión

“Ser una empresa líder en la fabricación de asientos para la industria carrocera a nivel nacional, creando productos innovadores, con alta calidad y cumpliendo con las expectativas de nuestros clientes”.

### 3.1.4 Diagrama organizacional

La empresa “TABSA”, posee un esquema de estructura interna que facilita la asignación de responsabilidades en un nivel jerárquico apropiado con el propósito de lograr los metas de la organización, como se puede observar en la Figura 18.

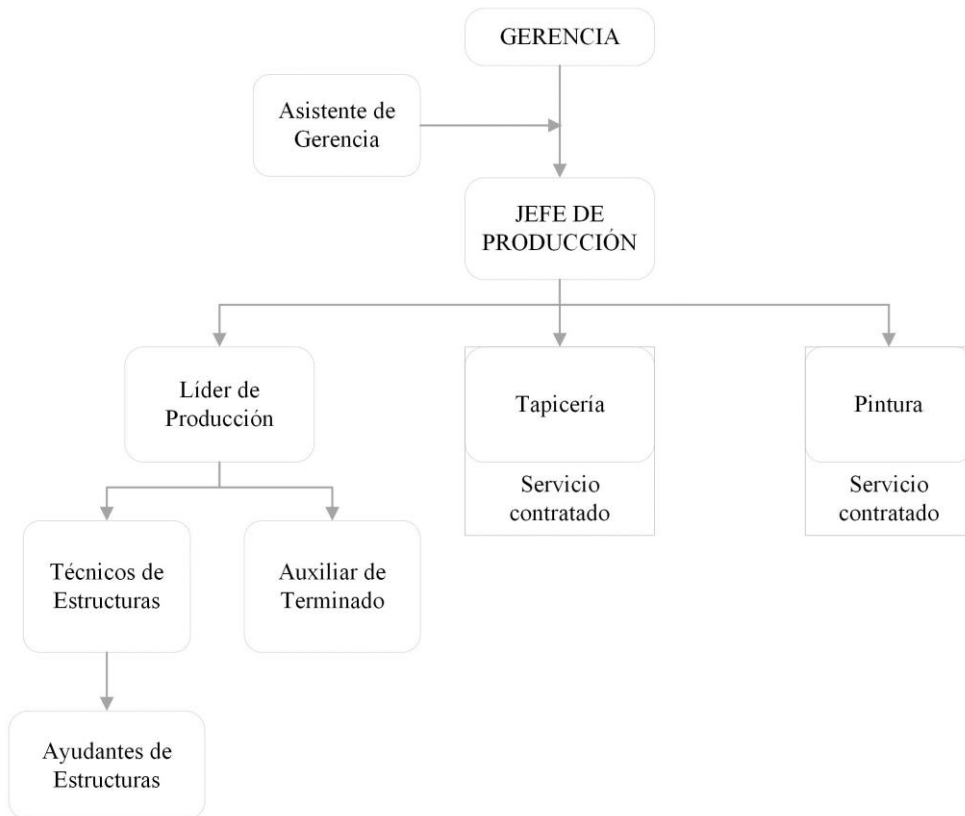


Figura 18. Diagrama organizacional Talleres Barriga Sanchez “TABSA”

## 3.2 Descripción de las áreas del proceso productivo de la empresa “TABSA”

### 3.2.1 Bodega-perfilería

En las instalaciones de "TABSA", se ha asignado un área específica para la recepción y almacenamiento de la materia prima. Este espacio está estratégicamente organizado con el propósito de garantizar una gestión eficiente de los materiales entrantes. La disposición se ha planificado minuciosamente, utilizando estanterías metálicas diseñadas a medida para acomodar y categorizar los diferentes perfiles o tuberías necesarios para la fabricación de sus productos. Esta disposición, reflejada en la Figura 19, muestra cómo se ha estructurado el área de bodega y perfilería, evidenciando la meticulosa organización de los materiales según su tipo y especificaciones, lo que facilita la identificación y acceso rápido a los insumos requeridos en la cadena de producción.



Figura 19. Área de bodega y perfilería

### 3.2.2 Medición y corte

Antes de comenzar el proceso de producción, se examina la orden de trabajo y se elige la materia prima correspondiente. Luego, se procede a medir cuidadosamente cada uno de los materiales antes de realizar los cortes necesarios Figura 20.





Figura 20. Área de medición y corte

### 3.2.3 Doblado-prensado

En esta sección, se transportarán los diversos materiales cortados y se organizarán según la tarea que deba realizarse. Se ha el caso de necesitar doblar el espaldar, se llevará a la zona de prensado, mientras que, si se trata de la base del asiento, se seleccionará el perfil correspondiente y se colocará directamente en la máquina dobladora artesanal Figura 21.



Figura 21. Área de doblado y prensado

### 3.2.4 Soldadura

En esta sección de la empresa, se concentra el proceso de ensamblaje de las distintas piezas previamente cortadas. Aquí se lleva a cabo la soldadura para unir las partes que conformarán tanto la base del asiento con su mecanismo de reclinación como la sección del respaldo. El objetivo principal es lograr la estructura integral del asiento, como se ilustra en la Figura 22. Este paso crítico del proceso de fabricación implica la unión precisa de las diferentes secciones para obtener el producto final, garantizando que cada elemento se ensamble adecuadamente para alcanzar la funcionalidad y calidad requeridas en el diseño del asiento.



Figura 22. Área de soldadura

### 3.3 Flujograma del proceso productivo de “TABSA”

El esquema de procesos, también conocido como diagrama de flujo o flujograma, permite representar de manera gráfica las diversas etapas implicadas en la producción de asientos para buses. Este diagrama emplea una serie de símbolos conectados por flechas para señalar la secuencia de los procesos, detallando tanto el inicio como la culminación de cada etapa dentro del área de estructuras.

El proceso de fabricación de los asientos para buses interprovinciales inicia con la recepción del pedido y el plano por parte de la compañía, seguido de la planificación

y emisión de la orden de producción por parte de “TABSA”. Dicha orden implica la planificación y solicitud de materia prima a los proveedores, seguido por su recepción en el almacén. Se realiza la selección de materiales conforme a la orden de producción y se procede con el corte y medición de estos, seguido por las etapas de esmerilado, doblado y soldado para formar la estructura del asiento del bus.


Una vez completada la estructura, se envía a una empresa externa para el proceso de pintura, lo cual implica un periodo de espera determinado. Posteriormente, se lleva a cabo la inspección de la estructura pintada, verificando el movimiento y reclinación del asiento, seguido del engrasado; lo podemos apreciar en el Anexo A.

### 3.3.1 Descripción de los procesos

#### a. Ficha de observación y descripción del proceso

Tras realizar la observación en la empresa, se procede a identificar las actividades principales llevadas a cabo en los diferentes puestos de trabajo.

Tabla 23. Fabricación de estructura de base de espaldar

	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>FE-BE</b>
<b>Área:</b>	Producción	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Estructura (Corte, Esmerilado y Doblado)	
<b>Descripción del proceso:</b>	Fabricación de estructura de base de espaldar	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	4	
<b>Fotografías:</b>		



	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>FE-BE</b>
		
<p><b>Tareas por realizar:</b></p> <p>Almacenamiento 1: Reserva en bodega de la materia prima, en este caso, tubos redondos, de acuerdo con las necesidades de la orden de producción.</p> <p>Transporte 1: Se efectúa la selección de los tubos redondos necesarios para la fabricación del respaldo de los asientos.</p> <p>Operación 1: Los tubos redondos previamente seleccionados son medidos conforme al tipo de asiento solicitado.</p> <p>Transporte 2: Los tubos medidos son transportados manualmente hasta la máquina cortadora.</p> <p>Operación 2: Se introduce el material en la máquina para llevar a cabo el corte según las medidas y, posteriormente, se procede con el esmerilado.</p> <p>Transporte 3: Las piezas de perfil cortadas y esmeriladas se trasladan al área de doblado.</p> <p>Operación 3: Se selecciona la pieza de perfil cortada y se coloca en una máquina semiautomática que efectúa el primer doblado del material, otorgándole la forma principal del respaldo.</p> <p>Operación 4: Luego se efectúa el segundo doblado en la máquina semiautomática, siguiendo las especificaciones del asiento requerido.</p> <p>Operación 5: Se completa el tercer doblado en la parte superior del respaldo.</p> <p>Inspección y Operación 6: Se hace una inspección para verificar los dobleces realizados en las operaciones tres, cuatro y cinco. Para ello, se utiliza un molde que permite verificar los ángulos necesarios del respaldo.</p>		
<p><b>Herramientas:</b> martillo de acero y combo.</p>		
<p><b>Máquinas:</b> cortadora eléctrica, esmeril, dobladora eléctrica, dobladora de tubo manual.</p>		

Tabla 24. Fabricación de estructura base de asiento



	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>FE-BA</b>
<b>Área:</b>	Producción	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Estructura (Corte, Esmerilado, Doblado y Soldado)	
<b>Descripción del proceso:</b>	Fabricación de estructura base de asiento	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	4	
<b>Fotografías:</b>		
<b>Tareas por realizar:</b>	<p>Almacenamiento 1: Almacenaje de la materia prima, en este caso, tubería cuadrada.</p> <p>Transporte 1: Se realiza la selección de tubos cuadrados, rectangulares, placas y ángulos necesarios para la base de los asientos.</p> <p>Operación 1: Se determinan las dimensiones de corte específicas para la base de los asientos.</p> <p>Transporte 1: La materia prima seleccionada se transporta manualmente hasta la máquina cortadora de tubos.</p> <p>Operación 2: El material se somete a un proceso de esmerilado.</p> <p>Operación 3: Se lleva a cabo el doblado de la perfiles cortada en forma de "J" (P-C).</p> <p>Inspección y Operación 4: Se procede a verificar los ángulos "J" de los asientos doblados.</p> <p>Operación 5: Se realiza la soldadura de un punto guía en la estructura del asiento.</p> <p>Operación 6: Se efectúa la soldadura de la estructura de la base del asiento.</p>	
<b>Herramientas:</b>	martillo de acero y combo.	
<b>Máquinas:</b>	cortadora eléctrica, esmeril, dobladora de tubo manual y suelda eléctrica.	

Tabla 25. Fabricación de bandeja de asiento



	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>F-BA</b>
<b>Área:</b>	Producción	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Estructura (Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado)	
<b>Descripción del proceso:</b>	Fabricación de bandeja de asiento	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	4	
<b>Fotografías:</b>		
<b>Tareas por realizar:</b>	<p>Almacenamiento 1: Almacenaje de la materia prima, en este caso, perfilería en forma de U.</p> <p>Transporte 1: Se lleva a cabo la selección de la perfilería en forma de U necesaria.</p> <p>Operación 1: Se determinan las dimensiones de corte específicas para la base del asiento.</p> <p>Transporte 1: La perfilería se transporta manualmente hasta la máquina cortadora de perfilería.</p> <p>Operación 2: Se realiza el esmerilado de la perfilería.</p> <p>Transporte 2: La perfilería es transportada manualmente hasta la máquina dobladora de tubos.</p> <p>Operación 3: Se procede al doblado de la perfilería para formar la bandeja del asiento.</p> <p>Transporte 3: La perfilería se transporta al área de prensado.</p> <p>Operación 4: Se efectúa el prensado de la parte inferior de la bandeja del asiento.</p> <p>Transporte 3: La bandeja del asiento se transporta al área de perforación.</p> <p>Operación 5: Se perfora la parte inferior de la bandeja del asiento.</p>	
<b>Herramientas:</b>	martillo de acero y combo.	
<b>Máquinas:</b>	cortadora eléctrica, esmeril, dobladora de tubo manual, prensa hidráulica y pulidora.	

Tabla 26. Mecanismo de asiento





	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	CÓDIGO.
		M-A
<b>Área:</b>	Producción	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Estructura (Corte, Esmerilado, Doblado y Soldado)	
<b>Descripción del proceso:</b>	Mecanismo de asiento	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	4	
<b>Fotografías:</b>		
<b>Tareas por realizar:</b>	<p>Almacenamiento 1: Se almacena la perfilería en forma de U, así como las varillas del eje de reclinación y las piezas, como platinas y ángulos, requeridas para el mecanismo del asiento.</p> <p>Transporte 1: Se procede a llevar el material hacia la máquina de corte.</p> <p>Operación 1: Se verifica que las dimensiones de corte sean las adecuadas para el mecanismo del asiento y se cortan los materiales según las especificaciones.</p> <p>Operación 2: Se realiza el esmerilado del material.</p> <p>Transporte 2: La perfilería en forma de U es transportada manualmente hasta la máquina dobladora.</p> <p>Operación 3: Se dobla y corta la perfilería en forma de U de acuerdo con las medidas específicas establecidas.</p> <p>Operación 4: Se realiza el ensamblaje del mecanismo de reclinación en la bandeja del asiento.</p> <p>Inspección y operación 5: Se verifica el estado del mecanismo del asiento.</p> <p>Transporte 3: Se traslada el conjunto al área de soldadura.</p> <p>Operación 6: Se suelda el mecanismo de reclinación en la base del asiento.</p>	
<b>Herramientas:</b>	martillo de acero y combo.	
<b>Máquinas:</b>	cortadora eléctrica, esmeril, dobladora de tubo manual, pulidora y suelda eléctrica.	

Tabla 27. Fabricación de pata para base de asiento

	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>FP-BA</b>
<b>Área:</b>	Producción	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Estructura (Corte, Esmerilado y Soldado)	
<b>Descripción del proceso:</b>	Fabricación de pata para base de asiento	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	4	
<b>Fotografías:</b>		
<b>Tareas por realizar:</b>	<p>Almacenamiento 1: Se destina un espacio de almacenamiento para los materiales denominados tol y platina.</p> <p>Operación 1: Se realiza la selección de tol y platina requeridos.</p> <p>Operación 2: Se procede a definir las dimensiones de corte necesarias para el mecanismo del asiento.</p> <p>Transporte 1: El traslado de estos materiales hacia el área de corte, donde se utiliza una cizalla, se lleva a cabo de forma manual.</p> <p>Operación 3: Se efectúa el corte del tol para formar las patas del asiento.</p> <p>Operación 4: Luego, se lleva a cabo el proceso de esmerilado del tol.</p> <p>Operación 5: Se realiza el prensado de los toles para darles la forma adecuada para las patas del asiento.</p> <p>Operación 6: Se define la figura deseada para las patas, y esta se corta utilizando una cortadora de plasma.</p> <p>Transporte 2: Todos los materiales son transportados al área de soldadura.</p> <p>Operación 6: Se procede a soldar, primero el punto guía, entre el tol y la platina que conforman las patas del asiento.</p> <p>Operación 7: Finalmente, se lleva a cabo el proceso de soldadura de la platina y el tol, asegurando unión firme.</p>	





	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>FP-BA</b>
<b>Herramientas:</b> martillo de acero y combo.		
<b>Máquinas:</b> cizalla, esmeril, prensa hidráulica, pulidora y suelda eléctrica.		

Tabla 28. Montaje de espaldar y asiento en base de estructura


	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>MEA-E</b>
<b>Área:</b>	Producción	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Estructura (Soldado)	
<b>Descripción del proceso:</b>	Montaje de espaldar y asiento en base de estructura	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	4	
<b>Fotografías:</b>		
<b>Tareas por realizar:</b>	<p>Operación 1: Posicionar la estructura del asiento y del espaldar.</p> <p>Inspección y operación 1: Examinar la condición de la estructura para determinar su idoneidad para la soldadura del punto guía.</p> <p>Operación 2: Realizar la soldadura del punto guía.</p> <p>Operación 3: Llevar a cabo la soldadura de la estructura del cojín y del espaldar.</p>	
<b>Herramientas:</b>	martillo de acero y combo.	
<b>Máquinas:</b>	pulidora y suelda eléctrica.	






Tabla 29. Pintado de asiento






	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>CÓDIGO.</b>
		<b>P-A</b>
<b>Área:</b>	Terminado de estructura	
<b>Puesto de trabajo:</b>	Contratación externa	
<b>Descripción del proceso:</b>	Pintado de asiento	
<b>Elaborado por:</b>	Coraima Freire	
<b>N° de trabajadores:</b>	1	
<b>Fotografías:</b>		
<b>Tareas por realizar:</b>	Operación 1: Aplicar cinta masking tape en los pernos destinados a los cinturones de seguridad. Operación 2: Cargar la estructura en el camión para su posterior proceso de pintura.	

**b. Listado de máquinas de la empresa "TABSA"**

Tabla 30. Listado de las máquinas "TABSA"

<b>Listado de Máquinas -TABSA</b>			
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fotografía</b>
1	Cizalla	1	

Listado de Máquinas -TABSA			
Nº	Descripción	Cantidad	Fotografía
2	Tronzadora	1	
3	Sierra circular	1	
4	Esmeril	1	
5	Taladro de Pedestal Grande	1	
6	Taladro de Pedestal Pequeño	1	

Listado de Máquinas -TABSA			
N°	Descripción	Cantidad	Fotografía
7	Dobladora de tubo eléctrica	1	 A blue and black electric pipe bending machine with a motor and rollers, mounted on a stand. A sign on the front reads "DOBLADORA DE TUBO ELÉCTRICO".
8	Dobladora de tubo manual	2	 Two views of a manual pipe bending machine. The left view shows the machine from a side angle, and the right view shows it from a front angle. It consists of a metal frame with rollers and a handle.
9	Suelda eléctrica	2	 A close-up of a red electric arc welder. The control panel is visible, showing a scale with numbers 120, 135, 150, 175, 200, and 225. The text "225 ARC WELDER" is printed on the panel.
10	Suelda MIG	2	 Two views of a MIG welder. The left view shows the machine from a side angle, and the right view shows it from a front angle. It is a red and black machine with a control panel and a handle.
11	Prensa Hidráulica	1	 A large industrial hydraulic press with a heavy metal frame and a central ram, situated in a workshop.

### 3.4 Gestión del ruido laboral

#### 3.4.1 Identificación de los peligros

La manera más adecuada de llevar a cabo la identificación de peligros en "TABSA" es mediante el uso de una lista de chequeo, también conocida como "*checklist*". Lo que permitió realizar una inspección de las tareas, procesos o elementos específicos, la misma que se encuentra en el Anexo B.

Para seleccionar las fuentes de peligro se consideró las condiciones inseguras del entorno de trabajo de los obreros en las distintas áreas de trabajo, en especial se debe comprobar la exposición y el efecto a la salud que se podría generar por exposición al ruido industrial.

#### 3.4.2 Estimación del riesgo

Para la estimación de los riesgos se procede a la creación y evaluación de una matriz de riesgos, la cual nos permite determinar los riesgos que existen dentro de la empresa "TABSA" la misma que se expone en el Anexo C. Para un resumen de esta matriz se puede visualizar en la siguiente Tabla 31.

Tabla 31. Riesgos físicos identificados

Riesgos físicos identificados					
Área:	Producción (Estructuras)				
Proceso	Zona/Lugar	Tipo de riesgo	Riesgo	Nivel de intervención	Nivel del Riesgo
Fabricación de bandeja de asiento	Estructura/Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado	Físico	Ruido	I	Muy alto
Fabricación de estructura de base de espaldar	Estructura/Corte y Doblado	Físico	Ruido	I	Muy alto
Fabricación de estructura de base de espaldar	Estructura/Corte y Doblado	Físico	Ruido	I	Muy alto

<b>Riesgos físicos identificados</b>					
<b>Área:</b>	Producción (Estructuras)				
<b>Proceso</b>	<b>Zona/Lugar</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Nivel de intervención</b>	<b>Nivel del Riesgo</b>
Fabricación de bandeja de asiento	Estructura/Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado	Físico	Ruido	I	Muy alto
Fabricación de bandeja de asiento	Estructura/Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado	Físico	Ruido	I	Muy alto
Mecanismo de asiento	Estructura/Soldado	Físico	Ruido	II	Alto
Fabricación de pata para base de asiento	Estructura/Corte y Soldado	Físico	Ruido	II	Alto
Fabricación de estructura base de asiento	Estructura/Esmerilado y Soldado	Físico	Ruido	II	Alto
Fabricación de estructura base de asiento	Estructura/Esmerilado y Soldado	Físico	Ruido	II	Alto
Fabricación de estructura base de asiento	Estructura/Esmerilado y Soldado	Químico	Humo metálico	II	Alto
Fabricación de bandeja de asiento	Estructura/Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado	Físico	Ruido	II	Alto
Fabricación de bandeja de asiento	Estructura/Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado	Físico	Ruido	III	Medio
Fabricación de pata para base de asiento	Estructura/Corte y Soldado	Químico	Humo metálico	III	Medio
Montaje de espaldar y asiento en base de estructura	Estructura/Soldado	Químico	Humo metálico	III	Medio
Fabricación de estructura de base de espaldar	Estructura/Corte y Doblado	Mecánico	Manipulación manual de cargas. Posturas. Movimiento repetitivo.	III	Medio
Mecanismo de asiento	Estructura/Soldado	Químico	Humo metálico	III	Medio

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Una vez identificado mediante la matriz de estimación de riesgos en TABSA, se procede a la selección de este los cuales tienen una relevancia significativa el riesgo físico con clasificación al ruido dentro del área de producción perteneciente a la zona de estructuras para ello se ve de manera jerarquizada los índices de residencia de este.

### 3.4.3 Evaluación

#### Selección de alternativas

Las estrategias más apropiadas para evaluar la exposición al ruido en cada subproceso del área de estructuras en "TABSA" se describen en la Tabla 32.

Tabla 32. Selección de estrategia y equipo de medición para los subprocesos

Puestos de trabajo en el área de estructuras (subprocesos)	Estrategia	Equipo de medición
Corte	Basado en la tarea	Anemómetro de flujo de aire AR856 Dosímetro de ruido Sonus-2 Plus Flexómetro
Esmerilado		
Doblado	Basado en el puesto de trabajo	Medidor de estrés térmico y WGBT Sonómetro PCE-322A
Soldado		

En el proceso de definición de estrategias para el proyecto de investigación, se prioriza el seguimiento de las Normas Técnicas de Prevención (NTP) 270, 950 y 951, las cuales se encuentran arraigadas en la normativa NTE INEN-ISO 9612, marco reglamentario vigente en el país. Estas directrices normativas son de suma relevancia al establecer los límites específicos de exposición al ruido tanto mínimos como máximos que son considerados seguros para los trabajadores desempeñando labores en el área de estructuras de "TABSA".

Esta base normativa no solo establece estos parámetros cruciales, sino que también ofrece las pautas necesarias para evaluar minuciosamente y asegurar que los niveles de ruido dentro de este contexto laboral cumplan con los estándares de seguridad requeridos.

El acatamiento de las Normas Técnicas de Prevención (NTP) 270, 950 y 951, en consonancia con la NTE INEN-ISO 9612 [19], se convierte en un pilar fundamental en el diseño y ejecución del proyecto de investigación. Estas directrices normativas han sido establecidas con el propósito de delinear y especificar los niveles de exposición al ruido permitidos para los empleados que realizan sus labores en el área de estructuras de la empresa "TABSÁ".

Al establecer directrices reglamentarias precisas y detalladas, estas normas no solo ofrecen orientación para la evaluación precisa de los niveles de ruido, sino que también aseguran el cumplimiento de los estándares necesarios en materia de seguridad y salud laboral en este entorno específico de trabajo.



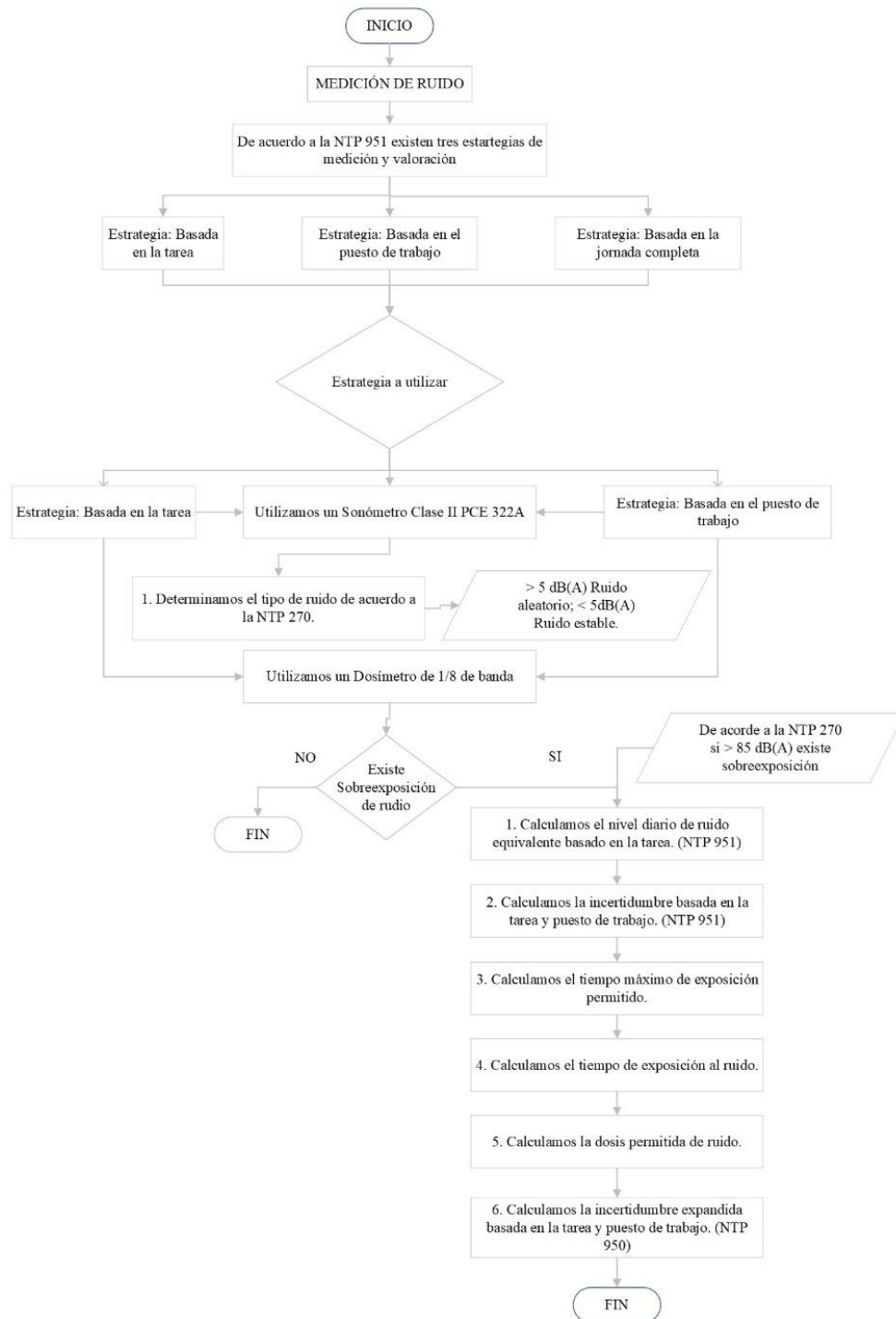


Figura 23. Selección y pasos de la estrategia seleccionada

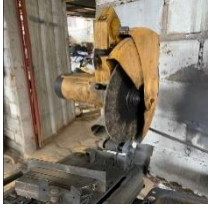

**a. Proceso de identificación y medición de ruido laboral**

**Identificación de fuentes de generación de ruido**

Es importante conocer las especificaciones técnicas de los dispositivos para establecer como una fuente de contaminación acústica y establecer el tipo de ruido asociado.


- Corte: Este sector se enfoca al corte de materiales, esencial para la fabricación de componentes de los asientos. Aquí se delimitan las áreas donde se lleva a cabo este proceso, incluyendo las máquinas, equipos de corte, y el espacio destinado para esta actividad. Ver en la Tabla 33.

Tabla 33. Fuentes de generación de ruido – Subproceso corte

Fuentes de generación de ruido – Subproceso corte						
N <sup>o</sup>	Descripción	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia / Tipo de ruido	Fotografía
1	Tronzadora	1	DEWALT	D28720-B3	3 HP Motor trifásico 3500 rpm Sincrónico Ruido Continuo En operación: Ruido Variable	
2	Sierra circular	1	Elektro Inverter	YC90L4-2	3 HP Motor trifásico 3500 rpm Sincrónico Ruido Continuo En operación: Ruido Variable	


- Esmerilado: El área de esmerilado se dedica a la preparación y acabado de superficies metálicas. Se identifican los espacios específicos donde se realiza el esmerilado de piezas mecánicas en la que los trabajadores se exponen a ruidos variables en la Tabla 34.

Tabla 34. Fuentes de generación de ruido – Subproceso esmerilado

Fuentes de generación de ruido – Subproceso esmerilado						
N <sup>o</sup>	Descripción	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia / Tipo de ruido	Fotografía
1	Esmeril	1	Startbest Bench Grinder	Model 10B	1 HP 110v/60hz 1700v rpm Tipo de ruido: Continuo, motor sincrónico  Tipo de ruido en operación: Variable.	


- Doblado: En esta sección se lleva a cabo el proceso de dar forma a los materiales metálicos que serán parte de la estructura de los asientos. Se delimitan las áreas y estaciones de trabajo destinadas al doblado de piezas, incluyendo las máquinas y herramientas utilizadas Tabla 35.





Tabla 35. Fuentes de generación de ruido – Subproceso doblado

Fuentes de generación de ruido – Subproceso doblado						
N°	Descripción	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia / Tipo de ruido	Fotografía
1	Dobladora de tubo eléctrica	1	AFG	TYPE E	3 HP 110/220v/60hz 1700v rpm Tipo de ruido: Continuo, motor sincrónico  Tipo de ruido en operación: Variable.	

- Soldadura: El área de soldadura es crucial para unir los componentes metálicos y estructurales de los asientos. Se identifican las estaciones de trabajo, los equipos de soldadura, y las zonas específicas donde se realiza este proceso de unión de materiales las que por naturaleza de su actividad genera ruido por el proceso de fundición y conformado de los materiales Tabla 36.

Tabla 36. Fuentes de generación de ruido – Subproceso soldadura

Fuentes de generación de ruido – Subproceso soldadura						
N°	Descripción	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia / Tipo de ruido	Fotografía
1	Taladro de Pedestal Grande	1	Shinetoool Rong Long	1HP RLD-H25F	motor: 1 HP 110/220v/60hz Motor sincrónico. Tipo de ruido: Variable en operación	

Fuentes de generación de ruido – Subproceso soldadura						
N°	Descripción	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia / Tipo de ruido	Fotografía
2	Taladro de Pedestal Pequeño	1	Shinetoool Rong Long	1/2HP RLD-H16	motor: 1/2 HP 110/220v/60hz Motor sincrónico. Tipo de ruido: Variable en operación	
3	Suelda eléctrica	2	Lincoln electric	AC225	Ruido Variable por efecto de soldadura en operación.	
4	Suelda MIG	2	Elektro Inverter	MIG-270	Ruido Variable por efecto de soldadura en operación.	
5	Prensa Hidráulica	1	WEG		1 HP Ruido Variable en operación.	

Cada uno de estos subprocesos son evaluados meticulosamente para determinar la exposición al ruido y otros riesgos laborales, permitiendo aplicar medidas de prevención y control que salvaguarden la seguridad y bienestar de los trabajadores involucrados en la fabricación de asientos.

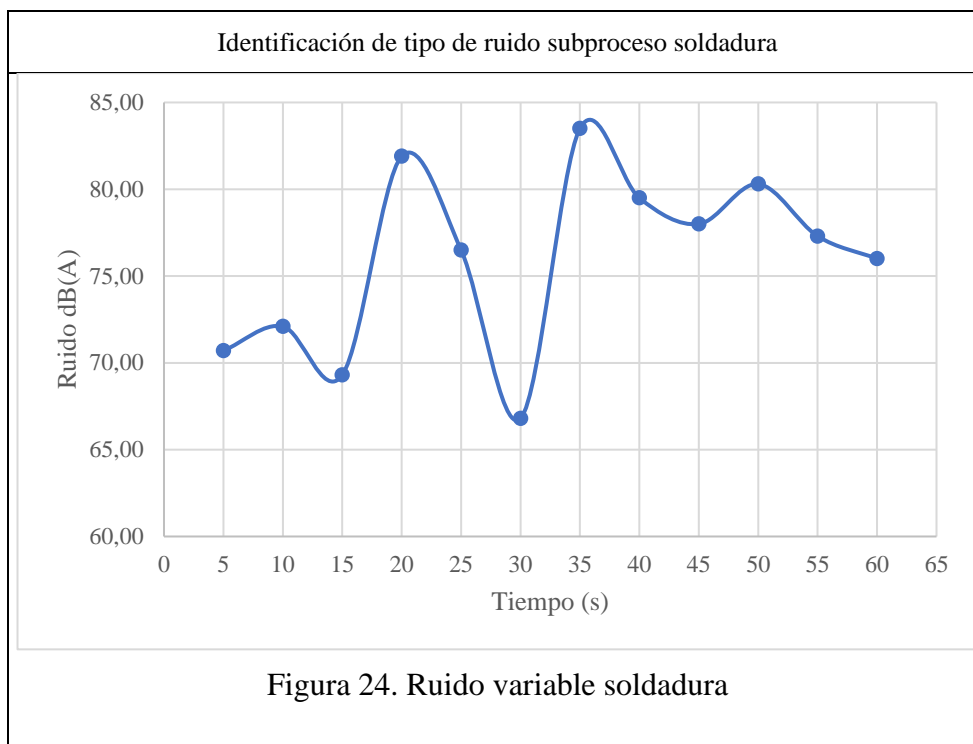
## Selección de equipos de medición

La selección de equipos de medición para evaluar los niveles de ruido en los distintos procesos de la empresa TABSA fue específica y adaptada a las necesidades de cada tarea.

Para la medición de las tareas de corte y esmerilado, se optó por emplear el sonómetro PCE-322-A PCE. Este dispositivo es especialmente útil para identificar el tipo de ruido obteniendo en un minuto de medición 12 muestras cada 5 segundos en modo slow y en el filtro del espectro audible de la banda A. Para ello el equipo se coloca a la altura del oído de mayor afectación a una distancia aproximada de 10.0 cm de este, luego se procede a obtener el valor máximo y mínimo del conjunto de muestras, según la NTP 270 si la diferencia de los valores máximos y mínimos superan los 5 dB (A) se considera ruido de tipo variable, como se puede ver en la Tabla 37.

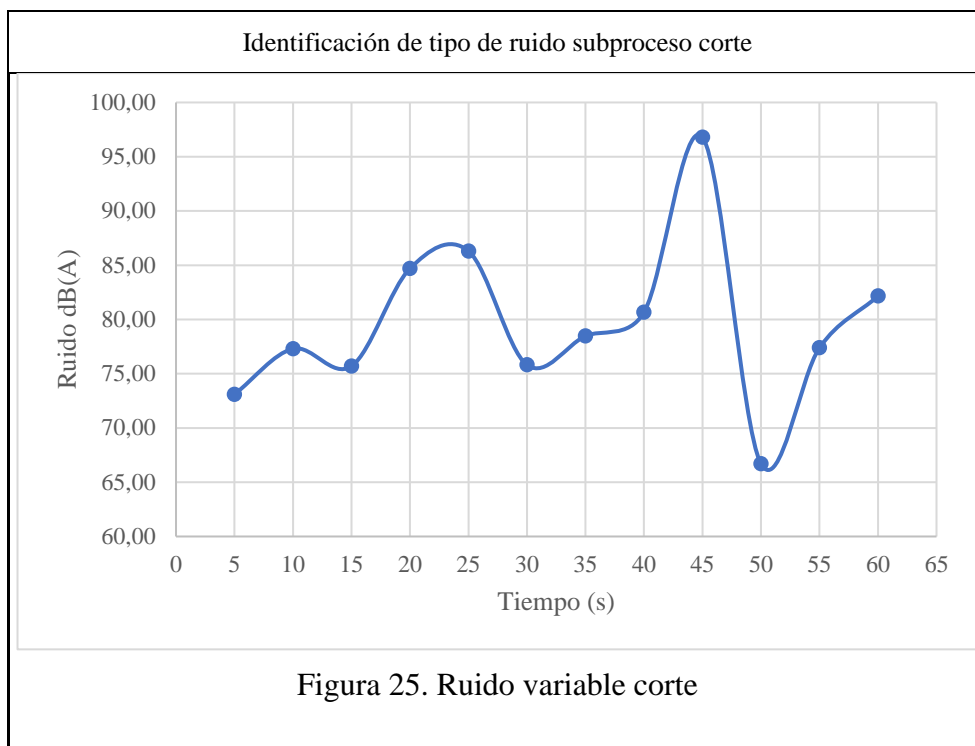
Tabla 37. Identificación de tipo de ruido subproceso soldadura

Identificación de tipo de ruido subproceso soldadura				
Medición fuente sonora			Equipo de medición	
Tiempo (s)	LpA dB(A)	Horario	Sonómetro	
5	70,70	9:00:00		
10	72,10	9:00:05		
15	69,30	9:00:10		
20	81,90	9:00:15		
25	76,50	9:00:20		
30	66,80	9:00:25		
35	83,50	9:00:30	Determinación tipo de ruido	
40	79,50	9:00:35	LpA dB(A) máx.	83,50
45	78,00	9:00:40	LpA dB(A) min	66,80
50	80,30	9:00:45	Diferencia (dBA):	16,70
55	77,30	9:00:50	Tipo de Ruido	VARIABLE
60	76,00	9:00:55	Normativa:	NTP270



**Tabla 38. Identificación de tipo de ruido subprocesso corte**

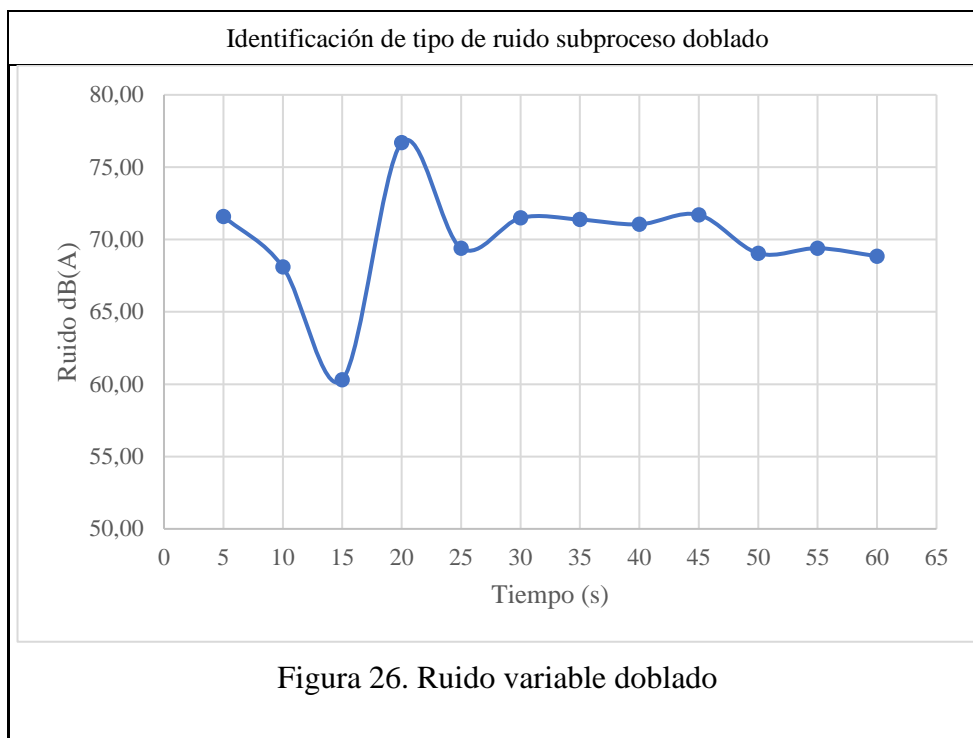
Identificación de tipo de ruido subprocesso corte				
Medición fuente sonora			Equipo de medición	
Tiempo (s)	LpA dB(A)	Horario	Sonómetro	
5	73,10	9:21:00		
10	77,30	9:21:05		
15	75,70	9:21:10		
20	84,70	9:21:15		
25	86,30	9:21:20		
30	75,81	9:21:25		
35	78,48	9:21:30	Determinación tipo de ruido	
40	80,66	9:21:35	LpA dB(A) máx.	96,79
45	96,79	9:21:40	LpA dB(A) min	66,70
50	66,70	9:21:45	Diferencia (dBA):	30,09
55	77,39	9:21:50	Tipo de Ruido	VARIABLE
60	82,15	9:21:55	Normativa:	NTP270



Se puede observar en la Figura 25, en la curva de ruido picos prolongados por el impacto de distintas herramientas como el uso del esmeril en un lapso corto de tiempo dentro del subprocesso de corte contribuyendo a valores de 95 dB (A).

**Tabla 39. Identificación de tipo de ruido subprocesso doblado**

Identificación de tipo de ruido subprocesso doblado				
Medición de fuente sonora			Equipo de medición	
Tiempo (s)	LpA dB(A)	Horario	Sonómetro	
5	71,60	10:02:00		
10	68,10	10:02:05		
15	60,30	10:02:10		
20	76,70	10:02:15		
25	69,40	10:02:20		
30	71,49	10:02:25		
35	71,38	10:02:30	Determinación tipo de ruido	
40	71,05	10:02:35	LpA dB(A) máx.	76,70
45	71,71	10:02:40	LpA dB(A) min	60,30
50	69,05	10:02:45	Diferencia (dBA):	16,40
55	69,40	10:02:50	Tipo de Ruido	VARIABLE
60	68,85	10:02:55	Normativa:	NTP270

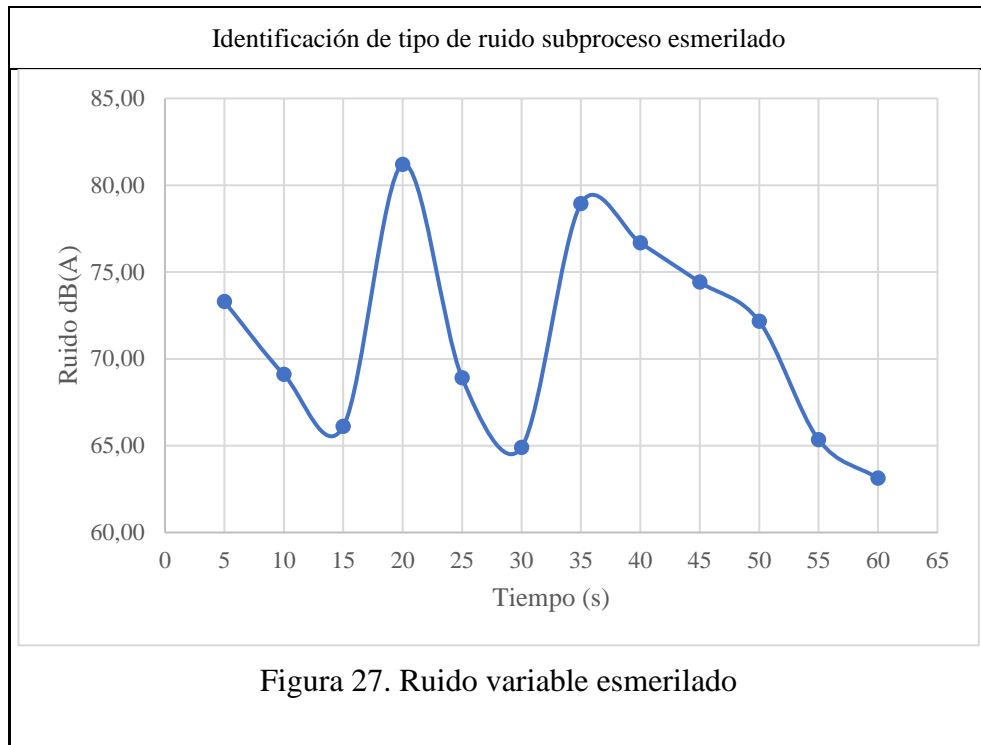


En el subproceso de doblado de la Figura 26 no existe componentes de impacto evitando picos de ruido, pero existe variabilidad por los equipos contiguos.

**Tabla 40. Identificación de tipo de ruido subproceso esmerilado**

Identificación de tipo de ruido subproceso esmerilado				
Medición de fuente sonora			Equipo de medición	
Tiempo (s)	LpA dB(A)	Horario	Sonómetro	
5	73,30	9:21:00		
10	69,10	9:21:05		
15	66,10	9:21:10		
20	81,20	9:21:15		
25	68,90	9:21:20		
30	64,90	9:21:25		
35	78,94	9:21:30	Determinación tipo de ruido	
40	76,68	9:21:35	LpA dB(A) máx.	81,20
45	74,42	9:21:40	LpA dB(A) min	63,12
50	72,16	9:21:45	Diferencia (dBA):	18,08
55	65,34	9:21:50	Tipo de Ruido	VARIABLE
60	63,12	9:21:55	Normativa:	NTP270





En el subprocesso de esmerilado se encuentra máquinas aladañas de corte que generan picos de ruido superiores a 80 dB (A).

Para la determinación del tipo de ruido se aplica la siguiente ecuación:

$$\textit{Tipo de ruido} = L_{pa} \text{ dB}(A) \text{ máx} - L_{pa} \text{ dB} (A) \text{ mín} \quad (35)$$

Donde:

***L<sub>pa</sub> dB(A) máx.***: Nivel de presión acústica máxima

***L<sub>pa</sub> dB (A) mín.***: Nivel de presión acústica mínima

Como un ejemplo se aplica para el caso del obrero de soldadura los siguientes valores:

$$L_{pa} \text{ dB}(A) \text{ máx} = 83,50 \text{ dB} (A)$$

$$L_{pa} \text{ dB} (A) \text{ mín} = 66,80 \text{ dB} (A)$$

$$\text{Tipo de ruido} = (83,5 - 66,80)dB (A)$$

$$\text{Tipo de ruido} = 16,70 dB (A)$$

$$16,70 dB (A) > 5 dB (A)$$

*Ruido variable.*

A continuación, se presenta el cuadro de resumen Tabla 41, los demás subprocesos de trabajo como corte, doblado y esmerilado con los tipos de ruido calculado.

Tabla 41. Tabla de resumen de los tipos de ruido

Tipos de ruido - TABSA					
No.	Subproceso	Máx. dB (A)	Mín. dB (B)	Diferencia	Tipo de ruido
1	Corte	96,79	66,70	30,09	Variable
2	Doblado	76,70	60,30	16,40	Variable
3	Esmerilado	81,20	63,12	18,08	Variable

Por otro lado, para la medición de los puestos de trabajo de doblado y soldadura, se seleccionó el dosímetro SONUS 2 PLUS. Este tipo de instrumento es ideal para evaluar la exposición personal al ruido en entornos laborales específicos, como los dedicados al doblado y soldadura.

El dosímetro registra y evalúa de manera continua los niveles de ruido a los que empleado se expone durante su día de trabajo, brindando información precisa sobre la exposición individual y permitiendo tomar medidas más precisas para proteger la salud auditiva de los empleados en estas áreas.

La elección de equipos específicos para cada tarea garantiza mediciones precisas y focalizadas, adaptándose a las particularidades y necesidades de cada proceso dentro de la empresa TABSA, además el equipo dosímetro se seleccionó por la movilidad del personal en el área de trabajo, para ello se resume en la Tabla 42 los criterios de selección en base al patrón de las tareas, tipo de ruido y movilidad.

Tabla 42. Selección de equipos para muestreo de ruido industrial

Selección de equipos para el muestreo del ruido laboral					
No.	Subproceso	Patrón de trabajo	Movilidad del trabajador	Tipo de ruido	Equipo seleccionado
1	Soldadura	Tareas sin patrón de trabajo definido	Móvil	Variable	Dosímetro
2	Corte	Patrón de trabajo con tarea definida	Móvil	Variable	Dosímetro
3	Esmerilado	Patrón de trabajo con una sola área definida	Móvil	Variable	Dosímetro
4	Doblado	Patrón de trabajo con una sola área definida	Móvil	Variable	Dosímetro

### Control de las mediciones

El control de las mediciones se realiza considerando varios factores ambientales relevantes para asegurar la precisión y confiabilidad de las evaluaciones de ruido en la empresa TABSA. Se emplean equipos de medición especializados y certificados, como el Medidor de flujo de aire, Anemómetro AR856, que permite medir la velocidad y dirección del viento, lo que puede influir en la propagación del sonido, siendo no mayor a 0,5 m/s. Este dispositivo, al estar certificado, garantiza la precisión de las mediciones del flujo de aire, lo cual es fundamental para analizar cómo el viento puede afectar la propagación del ruido generado en las áreas de trabajo.

Además, se utiliza el equipo Wet Bulb Globe Heat Stress Meter para controlar variables como la temperatura y la humedad. Estos factores ambientales pueden influir en la percepción del ruido y la exposición de los trabajadores. El control de la temperatura no mayor a 40°C y la humedad es crítico no mayor al 70% de humedad, ya que pueden afectar la salud de los empleados y la forma en que perciben el ruido. Al contar con certificados de calibración, estos dispositivos garantizan mediciones precisas y confiables de las condiciones ambientales, lo que contribuye a una evaluación más completa y precisa del entorno laboral en términos de ruido.

La calidad y certificación de los equipos son fundamentales para asegurar mediciones exactas y fiables, y estos dispositivos, al estar certificados, confirman que han sido ajustados y verificados según estándares reconocidos. Esto es esencial para mantener la precisión y validez de las mediciones de ruido en entornos laborales, asegurando

que las evaluaciones sean confiables y puedan servir como base para tomar decisiones en materia de seguridad y salud ocupacional.

En la Tabla 43 se muestra el resumen del control de factores externos para una correcta medición.

Tabla 43. Tabla de resumen de control de factores ambientales para el muestreo de ruido industrial

Control de factores ambientales para muestreo del ruido industrial						
No.	Subproceso de trabajo	Temperatura ambiental °C	Humedad Relativa %	Velocidad del viento (m/s)	Factores adicionales	Control ambiental C: Cumple NC: No cumple
1	Esmerilado	17,80	65%	0,00	Se evita sonidos de radio.	Cumple
2	Soldadura	16,60	64%	0,00	Se evita sonidos de radio.	Cumple
3	Doblado	17,40	65%	0,00	Se evita sonidos de radio.	Cumple
4	Corte	18.00	63%	0,00	Se evita sonidos de radio.	Cumple

- **Medición: Estrategia basada en la tarea**

El objetivo principal es proporcionar una evaluación exhaustiva de la exposición al ruido de los trabajadores en las tareas de corte y esmerilado, ofreciendo datos concretos sobre la duración e intensidad de dicha exposición. Esta información detallada es esencial para determinar si los niveles de ruido están dentro de los límites seguros establecidos por las regulaciones y normativas pertinentes. En caso de superarse estos límites, se podrán implementar acciones correctivas o preventivas para proteger la salud auditiva de los empleados y cumplir con los estándares de seguridad laboral vigentes.

La estrategia aplicada a las actividades de corte y esmerilado en la empresa “TABSA”, se rige bajo los parámetros establecidos por la norma UNE EN ISO 9612:2009 [19]. Esta estrategia implica un enfoque específico para evaluar la exposición al ruido en actividades laborales particulares, como el corte y el esmerilado, con el objetivo de

determinar y registrar los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores durante la realización de estas tareas.

En conformidad con UNE EN ISO 9612:2009 [19], se siguen una serie de pasos y directrices claramente definidos. Primero, se identifican y seleccionan los trabajadores que están involucrados directamente en las tareas de corte y esmerilado. Luego, se establece un período representativo para llevar a cabo las mediciones, que incluye tanto la exposición elevada como los periodos de menor nivel de ruido. Este enfoque permite obtener una visión completa de las condiciones de exposición en diferentes momentos durante la jornada laboral.

Para llevar a cabo estas mediciones, se emplea el sonómetro PCE-322-A PCE, siguiendo los procedimientos de calibración y configuración definidos por la normativa. Este dispositivo se coloca estratégicamente cerca de los trabajadores mientras realizan sus labores de corte y esmerilado, permitiendo capturar de manera precisa y directa los niveles de ruido que están expuestos. Es crucial asegurar que el tiempo de muestreo y las mediciones sean representativos de la exposición real de los colaboradores durante sus tareas habituales. Se deben registrar detalles específicos, como las condiciones ambientales, el tipo de actividad realizada, la ubicación del trabajador y cualquier otro factor relevante que pueda influir en la exposición al ruido.

Además, conforme a la normativa, se evalúa la incertidumbre asociada a las mediciones para asegurar la confiabilidad de los resultados. Se emplean procedimientos específicos para calcular y tener en cuenta la incertidumbre, lo que contribuye a una evaluación más precisa de los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores durante las tareas de corte y esmerilado en la empresa TABSA. Posteriormente, se recolectan y analizan los datos obtenidos, generando informes detallados que incluyen los niveles de exposición al ruido, identificando los picos de intensidad sonora, la duración de la exposición y cualquier variación significativa en los niveles de ruido durante el tiempo de medición. Esto permite evaluar si los niveles de ruido superan los límites permisibles según la normativa establecida.

Se realizaron las respectivas mediciones de ruido industrial en las siguientes tareas como son: corte y esmerilado, como se observa en la Tabla 44 y Tabla 47, en donde

se detalla minuciosamente la identificación del riesgo por ruido industrial y el registro de la medición según la estrategia: basada en el puesto de trabajo en la Tabla 45 y Tabla 48. Para el muestreo del tipo de ruido el sonómetro promediador se coloca a 1,50 m de altura cercano al oído de mayor afectación y para el dosímetro se coloca a la altura del hombro como se muestra en la Figura 28.



Figura 28. Ubicación del sonómetro

A continuación, se presentan los registros de medición y cálculos de cada una de las estrategias.

Tabla 44. Ficha de identificación estrategia basada en la tarea – subproceso corte



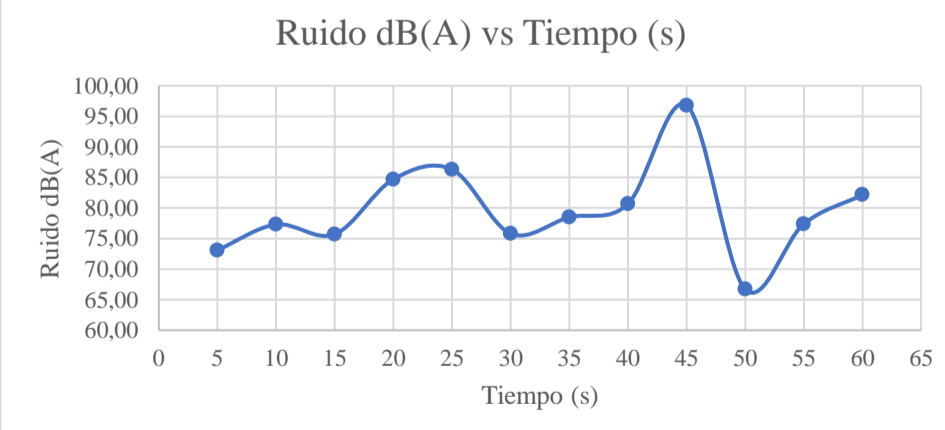


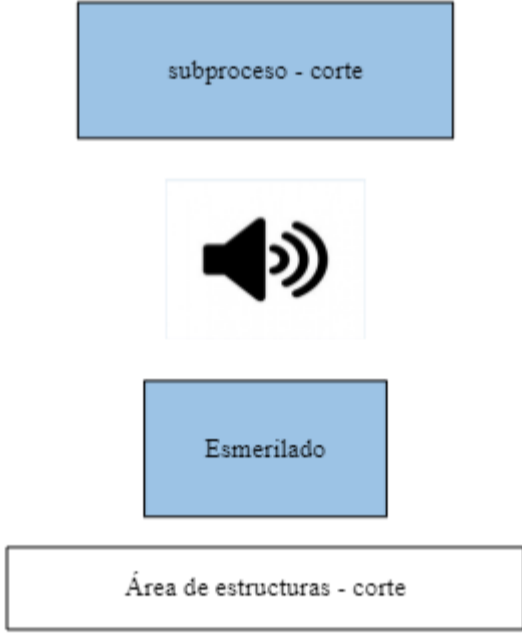
 <b>TABSA</b> TALLERES BARRIGA SANCHEZ						
FICHA DE IDENTIFICACION DE RIESGO POR RUIDO LABORAL						
<b>Nombre de la empresa:</b>	TABSA					
<b>Gerente:</b>	Ing. Javier Alexander Barriga Sanchez, Mg.					
<b>Razón social:</b>	1804448031001					
<b>Dirección:</b>	Panamericana Norte S/N y Av. Indomérica.					
<b>Subproceso de trabajo:</b>	Corte					
						
<b>Datos del Equipo:</b>						
Equipo:	Sonómetro PCE-322A					
Estándares:	Norma IEC 61672-1 (clase II)					
Rango de medición:	30 - 180 dB					
Precisión:	±1,4 dB					
<b>Toma de datos:</b>						
Fecha:	11/12/2023					
Punto de medición:	1					
Altura de medición:	Oído izquierdo					
Tiempo de inicio de la medición:	9:21:00 a.m.					
Tiempo de finalización de la medición:	9:21:55 a.m.					
Valor mínimo de ruido:	66,70 dB					
Valor máximo de ruido:	96,79 dB					
Valor promedio:	79,59 dB					
<b>Análisis de ruido</b>						
Nº	Tiempo (s)	Tiempo (HEM/MS)	$L_{PA}$ dB(A)	$L_{PA(A)}$ dB(A)	Diferencia ruido dB(A)	Tipo de ruido dB(A)
1	5	9:21:00 a.m.	73,10	Máx.	30,09	Variable
2	10	9:21:05 a.m.	77,30			
3	15	9:21:10 a.m.	75,70	96,79		
4	20	9:21:15 a.m.	84,70			
5	25	9:21:20 a.m.	86,30			
6	30	9:21:25 a.m.	75,81			
7	35	9:21:30 a.m.	78,48	Min.		
8	40	9:21:35 a.m.	80,66			
9	45	9:21:40 a.m.	96,79	66,70		
10	50	9:21:45 a.m.	66,70			
11	55	9:21:50 a.m.	77,39			
12	60	9:21:55 a.m.	82,15			
<b>Gráfica de ondamecánica del ruido dB(A)</b>						
						
<p>Figura 29. Ondamecánica del ruido dB(A) - corte</p>						
<b>Valoración cualitativa del riesgo por ruido laboral</b>						
Método	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Color de leyenda	Criterio de evaluación	
INSST	Baja	Daño	Tolerable	Amarillo	Es necesaria medidas correctivas y monitoreo a corto plazo.	

Tabla 45. Ficha de medición estrategia basada en la tarea – subproceso corte

									
FICHA DE MEDICIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL									
<b>Nombre de la empresa:</b>		TABSA			<b>Fecha:</b>		11/12/2023		
<b>Gerente:</b>		Ing. Javier Alexander Bamba Sanchez, Mg.			<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>		9:21:00 a.m.		
<b>Razón social:</b>		1804448031001			<b>Número de trabajadores:</b>		1		
<b>Dirección:</b>		Panamericana Norte SN y Av. Idoamérica.			<b>Metodología:</b>		Basado en la tarea		
<b>Subproceso de trabajo:</b>		Corte			<b>Norma de ensayo:</b>		UNEEN ISO 9612:2009		
									
<b>Croquis de medición:</b>									
									
Figura 30. Croquis de medición- doblado									
<b>Datos del Equipo:</b>									
<b>Equipo:</b>		Dosímetro acústico 1/8 banda			<b>Estándares:</b>		Norma IEC 61252		
<b>Características de la medición:</b>		Velocidad de registro de datos: Slow Filtro A, Registro Laeq, Banda de octava, Tasa de intercambio: 5, Duración: 30 s - 60s							
<b>Tomada de datos:</b>									
<b>Altura de medición:</b>		Altura oído izquierdo			<b>Número de mediciones:</b>		3		
<b>Determinación del tiempo de duración de las tareas y registro de medición</b>									
Tarea	Tarea representativa	Tiempo en minutos de la tarea			Representación en horas de la tarea por ciclos de trabajo			Media aritmética de las tareas en horas	
		OBS1	OBS2	OBS3	OBS1	OBS2	OBS3		
1	Corte	1,5	2,0	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
<b>Tiempo de medición (min)</b>		<b>Programación del equipo: velocidad de registro: lento, filtro (A), registro cada 5 minutos medición 1 en dB(A)</b>							
31,5HZ		63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
5 min		23,45	48,07	59,26	77,58	85,49	83,06	85,15	91,70
		<b>Registro de mediciones (muestreo de 30 segundos), medición 1</b>							
<b>MEDICIÓN 1</b>	101,43	94,26	100,09	96,12	100,34				Tipo de registro: Registro 15 segundos por muestreo
	94,9	95,53	102,75	96,66	96,6				
	101,69	97,46	98,09	100,38	96,27				
	99,27	92,57	97,86	101,19	96,27				
<b>Tiempo de medición (min)</b>		<b>Programación del equipo: velocidad de registro: lento, filtro (A), registro cada 5 minutos medición 2 en dB(A)</b>							
31,5HZ		63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
0:05:00		22,90	47,24	58,01	76,84	83,81	82,16	84,50	91,23
		<b>Registro de mediciones (muestreo de 30 segundos), medición 2</b>							
<b>MEDICIÓN 2</b>	95,10	89,90	95,93	100,54	95,29				Tipo de registro: Registro 15 segundos por muestreo
	92,55	103,28	96,63	100,62	96,73				
	101,22	99,99	95,43	95,93	92,2				
	101,47	97,05	99,78	97,10	95,57				
		<b>Programación del equipo: velocidad de registro: lento, filtro (A), registro cada 5 minutos medición 3 en dB(A)</b>							



FICHA DE MEDICIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL

Tiempo de medición (min)	31.5HZ	63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
0:05:00	22,53	47,61	58,14	76,56	83,28	81,51	83,91	90,26	92,66
<b>Registro de mediciones (muestreo de 30 segundos), medición 3</b>									
<b>MEDICIÓN 3</b>	94,04	96,38	94,73	95,10	98,37				Tipo de registro: Registro 15 segundos por muestreo
	100,37	82,98	92,08	96,86	98,70				
	99,75	96,68	102,12	96,49	99,41				
	100,32	95,99	99,84	96,33	86,00				
<b>Factores de control en las mediciones:</b>	<b>Velocidad del viento m/s</b>		<b>Temperatura °C</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Factores de control recomendados a los trabajadores para la medición</b>				
	0,00		18,00	65,00	Ruido de radio apagada.				
<b>Control de incertidumbre asociada a las mediciones del nivel de ruido equivalente en 1/8 banda de frecuencia</b>									
Tarea 1	OBS 1 dB(A)	OBS 2 dB(A)	OBS 3 dB(A)	IOBS 4 dB(A)	IOBS 5 dB(A)	IOBS 6 dB(A)	<b>Comprobación de mediciones (Diferencia de 3dB(A))</b>		
	98,82	98,54	97,71				OBS1-OBS2 dB(A)	OBS1-OBS3 dB(A)	OBS2-OBS3 dB(A)
Es necesario incrementar dos mediciones más para el control de incertidumbre:				No			0,28	1,11	0,83

**Gráficas en 1/8 banda de octava integrada por banda**

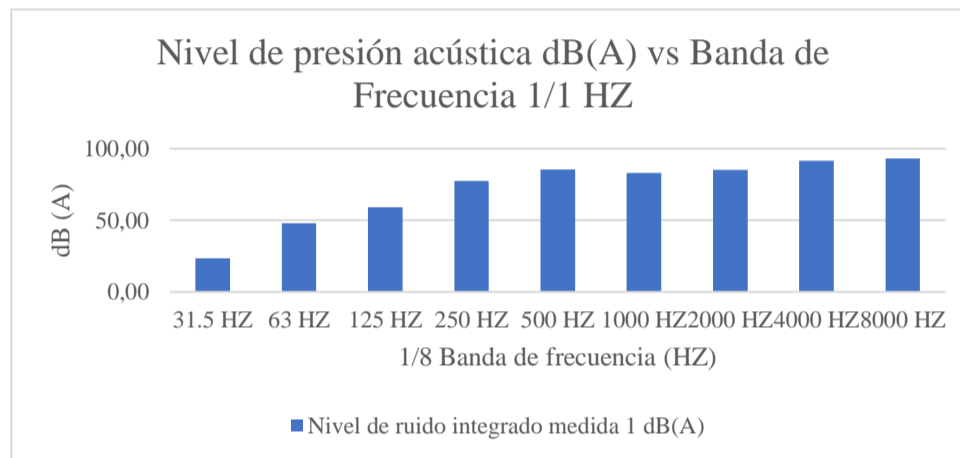


Figura 31. Medición 1- corte

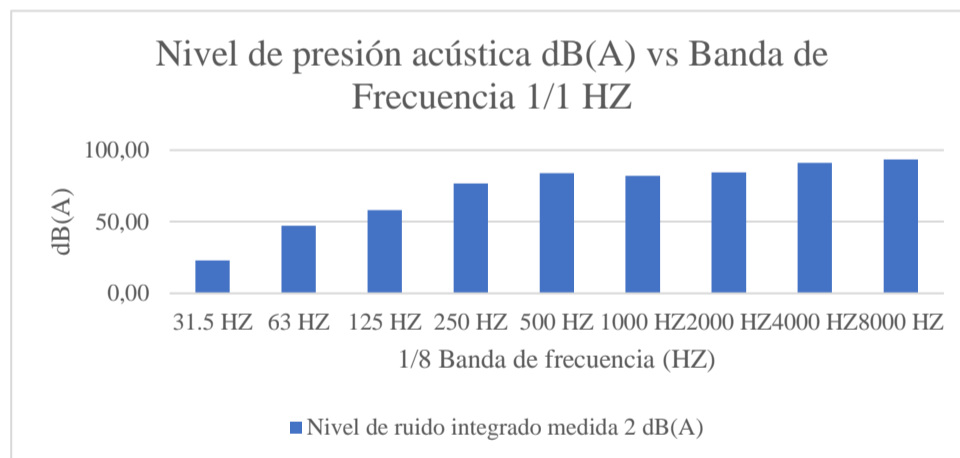


Figura 32. Medición 2- corte

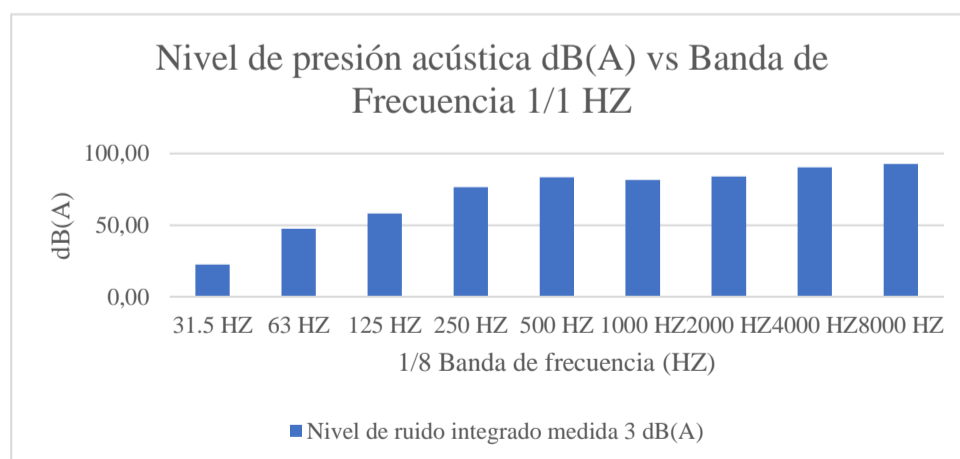


Figura 33. Medición 3- corte

Tabla 46. Ficha de evaluación estrategia basada en la tarea – subproceso corte


										
FICHA DE EVALUACIÓN DEL RUIDO										
Nombre de la empresa:		TABSA			Fecha:		11/12/2023			
Gerente:		Ing. Javier Alexander Bariga Sanchez, Mg.			Tiempo de inicio de la medición:		9:21:00 a.m.			
Razón social:		1804448031001			Número de trabajadores:		1			
Dirección:		Panamericana Norte S/N y Av. Indomérica.			Metodología aplicada:		UNE-EN ISO 9612:2009. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009). Basado en la tarea			
Subproceso de trabajo:		Corte								
Determinación de niveles de exposición al ruido laboral										
Número de tareas:		1		Número de mediciones:		3		Número de mediciones por incertidumbre:		0
Tareas	Media aritmética de las tareas en horas	Niveles de presión acústica LAeq (dB(A))						Niveles de exposición del ruido		
		OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	LAeq,Tm dB(A)	LAeq,dm dB(A)	LAeq,d dB(A)
Tarea 1	0,5	98,82	98,54	97,71				98,38	86,34	86,34
Determinación de dosis de exposición al ruido laboral										
Tareas	Tiempo de exposición Te al Leq medido en cada tarea (Horas)	LAeq,dm dB (A)	Tiempo permitido Tp (Horas)	Dosis de exposición			Evaluación			
				Dosis de ruido por cada tarea (DR)	Dosis de Ruido por cada Tarea emitido en porcentaje (DR %)	Porcentaje de dosis equivalente diaria	EL TRABAJADOR NO SE ENCUENTRA SOBRE EXPUESTO POR NO EXCEDER 105dB (A) a la exposición de 0.50 horas y la dosis de exposición menor del 100%, SEGUNDE 2393 Art. 55.			
Tarea 1	0,50	86,34	6,64	0,08	7,53	7,53				
Total	0,50									

Tabla 47. Ficha de identificación estrategia basada en la tarea – subproceso esmerilado

	
FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL	
Nombre de la empresa:	TABSA
Gerente:	Ing. Javier Alexander Bariga Sanchez, Mg.
Razón social:	1804448031001
Dirección:	Panamericana Norte S/N y Av. Indomérica.
Subproceso de trabajo:	Esmerilado
	
Datos del Equipo:	
Equipo:	Sonómetro PCE-322A
Estándares:	Norma IEC 61672-1 (clase II)
Rango de medición:	30 - 180 dB
Precisión:	±1,4 dB
Toma de datos:	
Fecha:	08/12/2023
Punto de medición:	1
Altura de medición:	Oído izquierdo
Tiempo de inicio de la medición:	9:21:00 a.m.
Tiempo de finalización de la medición:	9:21:55 a.m.
Valor mínimo de ruido:	63,12 dB
Valor máximo de ruido:	81,20 dB
Valor promedio:	71,18 dB
Análisis de ruido	

**FICHA DE IDENTIFICACION DE RIESGO POR RUIDO LABORAL**

Nº	Tiempo (s)	Tiempo (HEMMISS)	$L_{PA}$ dB(A)	$L_{PA(A)}$ dB(A)	Diferencia ruido dB(A)	Tipo de ruido dB(A)
1	5	9:21:00 a.m.	73,30	Máx.	18,08	Variable
2	10	9:21:05 a.m.	69,10	81,20		
3	15	9:21:10 a.m.	66,10			
4	20	9:21:15 a.m.	81,20			
5	25	9:21:20 a.m.	68,90			
6	30	9:21:25 a.m.	64,90			
7	35	9:21:30 a.m.	78,94			
8	40	9:21:35 a.m.	76,68	63,12		
9	45	9:21:40 a.m.	74,42			
10	50	9:21:45 a.m.	72,16			
11	55	9:21:50 a.m.	65,34			
12	60	9:21:55 a.m.	63,12			

**Gráfica de ondamecánica del ruido dB(A)**

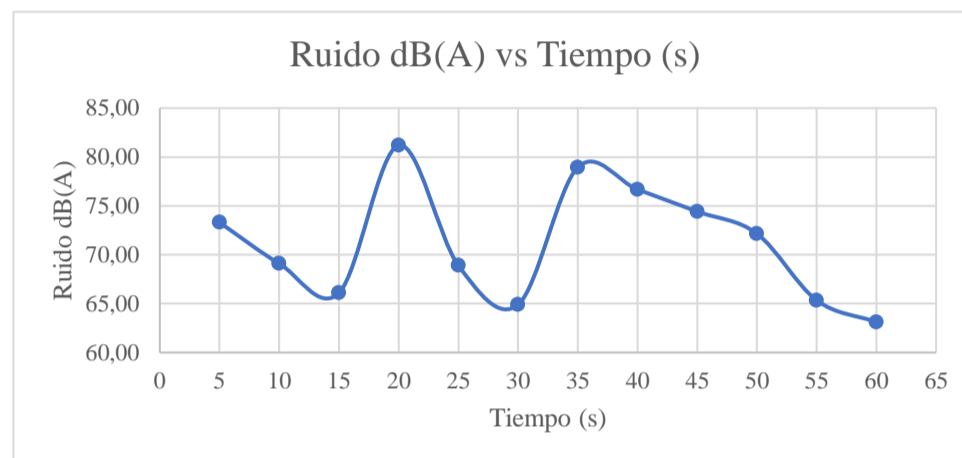


Figura 34. Ondamecánica del ruido dB(A) - esmerilado

**Valoración cualitativa del riesgo por ruido laboral**

Método	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Color de leyenda	Criterio de evaluación
INSST	Baja	Daño	Tolerable	Amarillo	Es necesaria medidas correctivas y monitoreo a corto plazo.

Tabla 48. Ficha de medición estrategia basada en la tarea – subproceso esmerilado

**FICHA DE MEDICION DE RIESGO POR RUIDO LABORAL**

<b>Nombre de la empresa:</b>	TABSA	<b>Fecha:</b>	08/12/2023
<b>Gerente:</b>	Ing. Javier Alexander Barriga Sanchez Mg.	<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>	9:21:00 a.m.
<b>Razón social:</b>	1804448031001	<b>Número de trabajadores:</b>	1
<b>Dirección:</b>	Panamericana Norte S/N y Av. Indamérica.	<b>Metodología:</b>	Basado en la tarea
<b>Subproceso de trabajo:</b>	Esmerilado	<b>Norma de ensayo:</b>	UNE EN ISO 9612:2009



**Croquis:**

FICHA DE MEDICIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL



Figura 35. Croquis de medición- esmerilado

<b>Datos del Equipo:</b>										
<b>Equipo:</b>		Dosímetro acústico 1/8 banda			<b>Estándares:</b>		Norma IEC 61252			
<b>Características de la medición:</b>		Velocidad de registro de datos: Slow Filtro A, Registro Laeq, Banda de octava, Tasa de intercambio: 5, Duración: 30s - 60s								
<b>Toma de datos:</b>										
<b>Altura de medición:</b>		Altura oído izquierdo			<b>Número de mediciones:</b>		3			
<b>Determinación del tiempo de duración de las tareas y registro de medición</b>										
Tarea	Tarea representativa	Tiempo en minutos de la tarea			Representación en horas de la tarea por ciclos de trabajo			Media aritmética de las tareas en horas		
		OBS1	OBS2	OBS3	OBS1	OBS2	OBS3			
I	Esmerilado	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
Tiempo de medición (min)		<b>Programación del equipo: velocidad de registro: lento, filtro (A), registro cada 5 minutos medición 1 en dB(A)</b>								
		31.5HZ	63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
5min		18,95	42,76	48,40	60,19	67,81	77,33	89,47	89,67	82,82
<b>Registro de mediciones (muestreo de 30 segundos), medición 1</b>										
<b>MEDICIÓN 1</b>	95,66	93,86	94,24	97,21	97,78				Tipo de registro: Registro 15 segundos por muestreo	
	96,44	92,58	93,55	93,23	99,73					
	96,07	93,01	96,33	97,26	97,84					
	95,45	96,19	100,36	98,91	95,39					
Tiempo de medición (min)		<b>Programación del equipo: velocidad de registro: lento, filtro (A), registro cada 5 minutos medición 2 en dB(A)</b>								
		31.5HZ	63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
0:05:00		18,95	43,00	49,21	61,55	70,39	79,29	89,87	88,54	83,11
<b>Registro de mediciones (muestreo de 30 segundos), medición 2</b>										
<b>MEDICIÓN 2</b>	94,02	100,76	99,35	95,61	95,29				Tipo de registro: Registro 15 segundos por muestreo	
	96,77	95,50	92,8	94,81	96,73					
	94,03	97,43	95,84	97,12	92,20					
	96,86	94,85	97,68	93,59	95,57					
Tiempo de medición (min)		<b>Programación del equipo: velocidad de registro: lento, filtro (A), registro cada 5 minutos medición 3 en dB(A)</b>								
		31.5HZ	63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
0:05:00		17,75	42,92	48,57	60,00	67,48	74,92	86,78	86,71	82,27
<b>Registro de mediciones (muestreo de 30 segundos), medición 3</b>										
<b>MEDICIÓN 3</b>	84,18	98,96	93,75	94,05	94,63				Tipo de registro: Registro 15 segundos por muestreo	
	86,15	97,41	92,65	94,70	93,56					
	96,10	95,36	94,20	94,42	91,31					
	97,11	93,03	94,46	93,76	92,07					
<b>Factores de control en las mediciones:</b>		<b>Velocidad del viento m/s</b>		<b>Temperatura °C</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Factores de control recomendados a los trabajadores para la medición</b>				
		0,00		17,80	65,00	Ruido de radio apagada.				
<b>Control de incertidumbre asociada a las mediciones del nivel de ruido equivalente en 1/8 banda de frecuencia</b>										
Tarea 1	OBS 1 dB(A)	OBS 2 dB(A)	OBS 3 dB(A)	IOBS 4 dB(A)	IOBS 5 dB(A)	IOBS 6 dB(A)	<b>Comprobación de mediciones (Diferencia de 3dB(A))</b>			
	96,11	96,36	94,57				OBS1-OBS2 dB(A)	OBS1-OBS3 dB(A)	OBS2-OBS3 dB(A)	
Es necesario incrementar dos mediciones más para el control de incertidumbre:				No			0,25	1,54	1,79	

FICHA DE MEDICIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL

Gráficas en 1/8 banda de octava integrada por banda

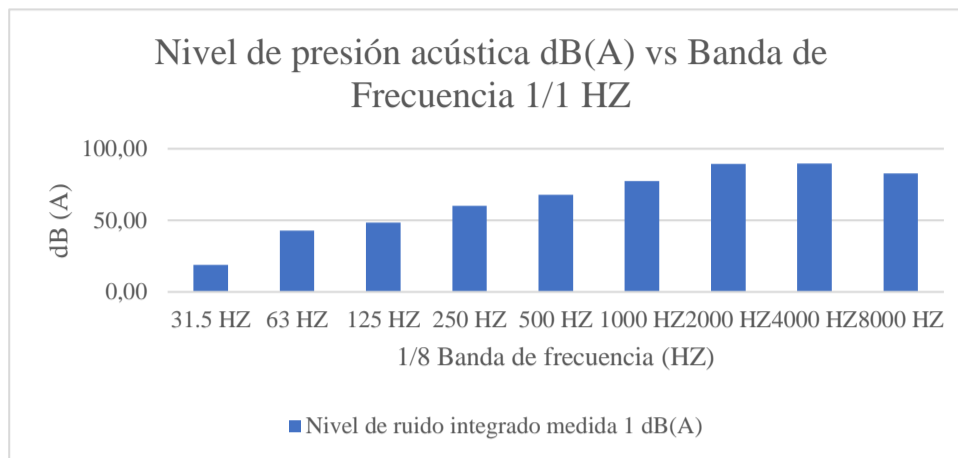


Figura 36. Medición 1- esmerilado

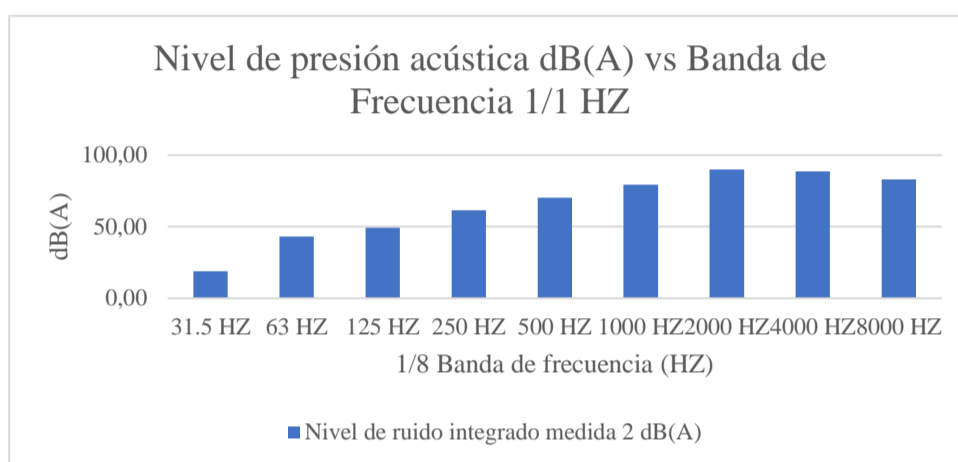


Figura 37. Medición 2- esmerilado

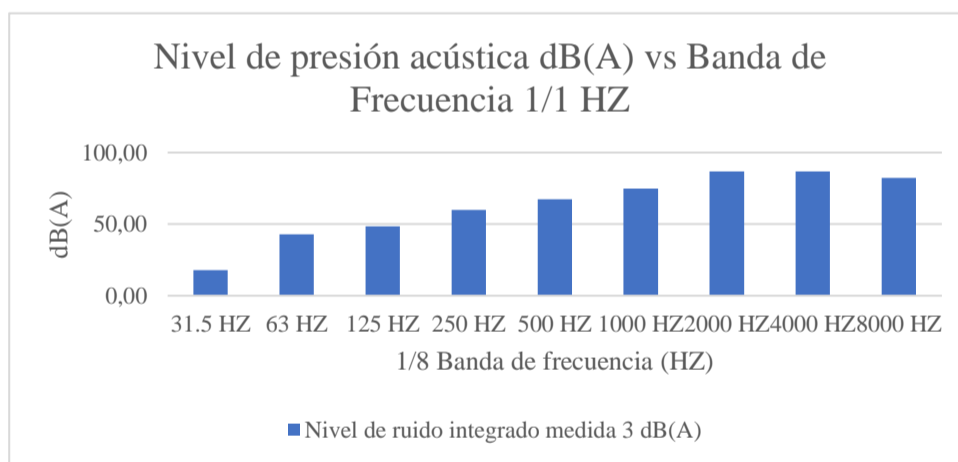



Figura 38. Medición 3- esmerilado

Tabla 49. Ficha de evaluación estrategia basada en la tarea – subproceso esmerilado

 <p><b>TABSA</b> TALLERES BARRIGA SANCHEZ</p>										
FICHA DE EVALUACIÓN DEL RUIDO										
<b>Nombre de la empresa:</b>		TABSA			<b>Fecha:</b>		08/12/2023			
<b>Gerente:</b>		Ing. Javier Alexander Bamga Sanchez, Mg.			<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>		9:21:00 a.m.			
<b>Razón social:</b>		1804448031001			<b>Número de trabajadores:</b>		1			
<b>Dirección:</b>		Panamericana Norte S/N y Av. Indomérica.			<b>Metodología aplicada:</b>		UNE-EN ISO 9612:2009. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009). Basado en la tarea			
<b>Subproceso de trabajo:</b>		Esmerilado								
Determinación de niveles de exposición al ruido laboral										
<b>Número de tareas:</b>		1		<b>Número de mediciones:</b>		3		<b>Número de mediciones por incertidumbre:</b>		0
Tareas	Media aritmética de	Niveles de presión acústica LAeq (dB(A))						Niveles de exposición del ruido		
		OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	LAeq,Tm dB(A)	LAeq,dm dB(A)	LAeq,d dB(A)

FICHA DE EVALUACIÓN DEL RUIDO

	las tareas en horas								
Tarea 1	2,00	96,11	96,36	94,57				95,75	89,73
<b>Determinación de dosis de exposición al ruido laboral</b>									
Tareas	Tiempo de exposición $T_e$ al ruido medido en cada tarea (Horas)	$L_{Aeq,dm} dB (A)$	Tiempo permitido $T_p$ (Horas)	Dosis de exposición			Evaluación		
				Dosis de ruido por cada tarea (DR)	Dosis de Ruido por cada Tarea emitido en porcentaje (DR %)	Porcentaje de dosis equivalente diaria			
Tarea 1	2,00	89,73	4,15	0,48	48,15	48,15	EL TRABAJADOR NO SE ENCUENTRA SOBRE EXPUESTO POR NO EXCEDER 105dB (A) a la exposición de 0,50 horas y la dosis de exposición menor del 100%, SEGUN DE2393 Art. 55.		
Total	2,00								

- *Cálculo de la estrategia basada en la tarea*

### Cálculo del tiempo efectivo de la tarea

Se tomará como base de cálculo el obrero de corte, en el que se realizó un muestreo en tres jornadas de trabajo, para la medición de los tiempos de la tarea.

Tabla 50. Tiempo efectivo de la tarea con exposición al ruido - tarea corte

Tiempo efectivo de la tarea con exposición al ruido					
No	Tarea	Horario	Tiempos de la tarea Observada 1	Tiempos de la tarea Observada 2	Tiempos de la tarea Observada 3
1	Corte	08:00 a 09:00	15min	13 min	18 min
2	Corte	09:00 a 10:00	13min	16 min	16 min
3	Corte	10:00 a 11:00	16 min	15 min	----
4	Corte	11:00 a 12:00	----	15 min	15 min
5	Corte	12:00 a 13:00	15 min	-----	15 min
6	Corte	14:00 a 15:00	15min	15 min	15 min
7	Corte	15:00 a 16:00	----	18 min	13 min
8	Corte	16:00 a 17:00	16 min	----	----
Tm			15,0 min	15,03 min	15,3 min
Te de exposición al ruido por tarea			Te = 1,5 horas	Te=1,5 horas	Te = 1,5 horas

Aplicando la ecuación:

$$\overline{T_m} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (12)$$

$$\overline{T_m} = \frac{15 + 13 + 16 + 15 + 15 + 15 + 15 + 16}{6} \text{ (min)}$$

$$\overline{T_m} = 15,0 \text{ min}$$

$$T_e = \frac{1}{J} \sum_{m=1}^M \overline{T_m} \quad (13)$$

Donde el tiempo efectivo de exposición diaria al ruido por la tarea de corte es:

$$T_e = \frac{1}{J} \sum_{m=1}^M \overline{T}_m \quad (13)$$

$$T_e = \frac{1,5 + 1,5 + 1,5}{3} \text{ (horas)}$$

$$T_e = 1,50 \text{ horas}$$

Criterio similar se aplica para el obrero de esmerilado con la tarea única de pulir piezas mecánicas y se muestra en la Tabla 51 los tiempos de exposición

Tabla 51. Tiempo efectivo de la tarea con exposición al ruido - tarea esmerilado

Tiempo efectivo de la tarea con exposición al ruido					
No	Tarea	Horario	Tiempos de la tarea Observada 1	Tiempos de la tarea Observada 2	Tiempos de la tarea Observada 3
1	Esmerilado	08:00 a 09:00	7 min	-----	-----
2	Esmerilado	09:00 a 10:00	-----	10 min	9 min
3	Esmerilado	10:00 a 11:00	5 min	-----	3 min
4	Esmerilado	11:00 a 12:00	-----	-----	-----
5	Esmerilado	12:00 a 13:00	6 min	6 min	7 min
6	Esmerilado	14:00 a 15:00	-----	-----	6 min
7	Esmerilado	15:00 a 16:00	11 min	15 min	-----
8	Esmerilado	16:00 a 17:00	3 min	4 min	8 min
		Tm	6,4 min	8,75 min	6,6 min
Te de exposición al ruido por tarea			Te = 2,0 horas	Te=2,0 horas	Te = 2,0 horas

Por lo tanto, se considera un promedio de tiempo efectivo de exposición al ruido industrial por el trabajo de pulido de 2,0 horas.

### Cálculo del nivel equivalente de presión sonora ( $L_{Aeq,T,m}$ )

#### Datos obtenidos

Tareas	Horas de trabajo (h)	$L_{Aeq,T,m1}$ dB(A)	$L_{Aeq,T,m2}$ dB(A)	$L_{Aeq,T,m3}$ dB(A)
Corte	0,5	98,82	98,54	97,71
Esmerilado	2,0	96,11	96,36	94,57



Para calcular el nivel equivalente de presión sonora se aplicará la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left[ \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] dB(A) \quad (14)$$

$$L_{Aeq,T,m} (\text{corte}) = 10 \log \left[ \frac{1}{3} (10^{(0,1 \times 98,82)} + 10^{(0,1 \times 98,54)} + 10^{(0,1 \times 97,71)}) \right] dB(A)$$

$$L_{Aeq,T,m} (\text{corte}) = 98,38 dB(A)$$

$$L_{Aeq,T,m} (\text{esmerilado}) = 95,75 dB(A)$$

**Cálculo del  $L_{Aeq,d,m}$  mediante la ecuación:**

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \log \left[ \frac{Tm}{To} \right] dB(A) \quad (15)$$

$$L_{Aeq,d,m} = 98,38 + 10 \log \left[ \frac{0,5}{8} \right] dB(A)$$

$$L_{Aeq,d,m} (\text{corte}) = 86,34 dB(A)$$

$$L_{Aeq,d,m} (\text{esmerilado}) = 89,73 dB(A)$$

**Cálculo del nivel diario equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ) con la ecuación:**

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] dB(A) \quad (30)$$

$$L_{Aeq,d} = 10 \log[(10^{(0,1 \times 86,34)} + 10^{(0,1 \times 89,73)})] dB(A)$$

$$L_{Aeq,d}(\text{corte}) = 91,37 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d}(\text{esmerilado}) = 89,73 \text{ dB(A)}$$

**Cálculo de la incertidumbre combinada estándar para el nivel de exposición diario [ $u(L_{Aeq,d})$ ]**

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left( \sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2] \right) \quad (16)$$

Para calcular los coeficientes de sensibilidad se utilizan las siguientes ecuaciones [47].

$$c_{1a,m} = \frac{Tm}{To} \times 10^{(0,1 \times (L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d}))} \quad (17)$$

$$c_{1a,m} = \frac{0,5}{8} \times 10^{(0,1 \times (98,38 - 86,34))}$$

$$c_{1a,m}(\text{corte}) = 1,00$$

$$c_{1b,m}(\text{corte}) = 4,34 \times \frac{C_{1a,m}^2}{Tm} \quad (18)$$

$$c_{1b,m}(\text{corte}) = 4,34 \times \frac{1^2}{0,5}$$

$$c_{1b,m}(\text{corte}) = 8,68$$

El cálculo de las incertidumbres estándares se las obtiene por medio de las siguientes ecuaciones [47].

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} [\sum (L_{Aeq,T,m} - \overline{L_{Aeq,T,m}})^2]} \quad (19)$$

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(98,82 - 98,38)^2 + (98,54 - 98,38)^2 + (97,71 - 98,38)^2]}$$

$$u_{1a,m} = 0,33$$

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} [\sum (T_{m,j} - T_m)^2]} \quad (20)$$

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{2(2-1)} [(0,00)^2]}$$

$$u_{1b,m} \text{ (corte)} = 0,00 \text{ horas}$$

En el proceso de determinar la incertidumbre, el parámetro  $u_{2,m}$  se deriva del instrumento utilizado, que fue un sonómetro de clase II, con un valor específico de  $u_{2,m} = 0,5 \text{ dB(A)}$ . Por otro lado, el valor de  $u_3$  está vinculado a la posición del micrófono, y según la NTP 950 “se recomienda que este valor sea de  $u_3 = 1 \text{ dB}$ ” [47].

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left( \sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2] \right) \quad (16)$$

$$u^2 (L_{Aeq,d}) = ((1)^2(0,33^2 + 1,5^2 + 1^2) + (8,68 \times 0,00)^2)$$

$$u^2 (L_{Aeq,d}) = 3,36 \text{ dB (A)}$$

Cálculo de la incertidumbre expandida **U**: Según NTP 950 se puede calcular la incertidumbre expandida *U* mediante la ecuación [47]:

$$U = k \times u \quad (31)$$

$$U = (1,65 \times 1,8)$$

$$U = 2,97 \text{ dB (A)}$$

De este modo para obtener el resultado final del nivel diario equivalente aplicamos la ecuación [47].

$$L_{Aeq,d} \pm U \quad (32)$$

$$86,3 \pm 3,00 \text{ dB (A)}$$

En la Tabla 52, se presenta el resumen de los cálculos elaborados según la estrategia; en las tareas correspondientes a: corte y esmerilado.

Tabla 52. Resumen de resultados por ruido laboral– Basada en la tarea

Variables	Cargos	
	Corte	Esmerilado
$L_{Aeq,T,m}$ (dB)	98.38	95.75
$L_{Aeq,d,m}$ (dB)	86.34	89.73
$L_{Aeq,d}$ (dB)	86.34	89.73

### **Cálculo de la dosis de exposición al ruido**

Para el cálculo se basa en el tiempo efectivo de exposición  $T_e$  y Nivel de presión acústica equivalente diario de las mediciones realizadas en los cargos de corte y esmerilado para obtener en primera instancia el tiempo permisible de exposición diaria como se muestra a continuación un ejemplo en función del cargo del obrero de corte [47]:

$$T = 8 \times 2^{\frac{85db(A) - 86.34dB(A)}{5}} \quad (33)$$

$$T = 6.64 \text{ horas}$$

Se procede seguidamente a determinar la dosis de exposición diaria según criterios del DE2393, Art. 55, como se muestra a continuación [16]:

$$D = \frac{C1}{T1} \quad (34)$$

$$D = \frac{0.5}{6.64}$$

$$D = 0.0753 \times 100\%$$

$$D = 7.53\%$$

Por lo tanto, la dosis para el obrero de corte no supera el 100% de exposición al ruido laboral, en el tiempo de 0.5 horas que dura la tarea por jornada. En la Tabla 53 se presenta un resumen de lo calculado para el cargo de corte y esmerilado:

Tabla 53. Resumen de dosis de exposición diaria, estrategia basada en la tarea

Área de trabajo	Nivel de exposición diaria de ruido ( $L_{Aeq, d}$ ) - dB (A)	Tiempo efectivo de exposición ( $T_e$ ) - Horas	Tiempo de exposición permitida (horas)	Dosis de exposición en horas
Corte	86,34	0:50	6.64	7.53%
Esmerilado	89,73	2:00	4.15	48.15%

### Estadístico de las mediciones

En la siguiente Figura 39, se presenta el estadístico de resultados, basándose en la Tabla 52, correspondiente a los cálculos elaborados según las tareas de: corte y esmerilado:

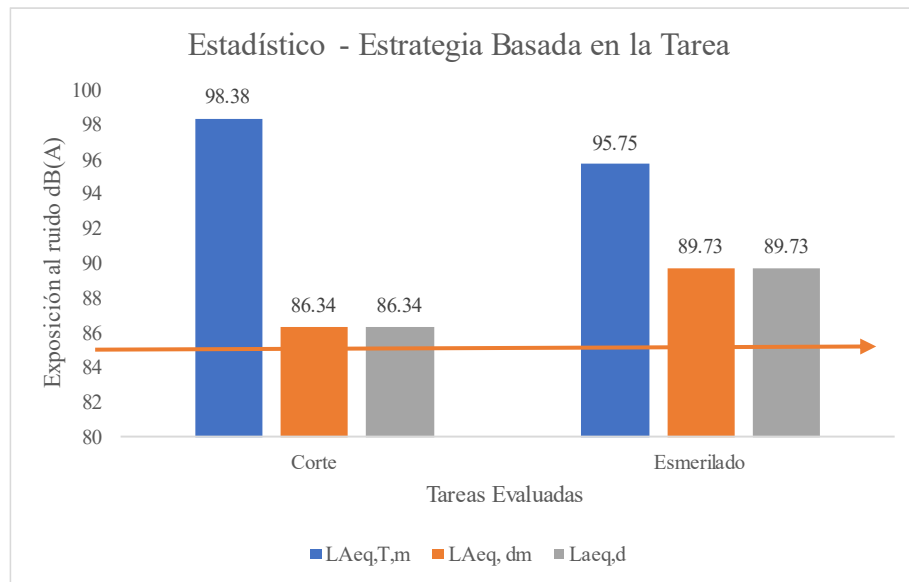


Figura 39. Estadístico ruido laboral

### Análisis

#### Niveles de ruido basado en la tarea ( $L_{Aeq, T, m}$ ):

El nivel de ruido diario equivalente para la tarea de corte es de 86.34 dB, indicando implicaciones significativas puesto que supera los 85 dB (A), mientras que, para tarea de esmerilado, el nivel de ruido diario equivalente registra un valor de 89.73 dB, que al igual que la tarea anterior, sobrepasa los niveles de ruido industrial permisibles.

Para las jornadas equivalentes a corte y esmerilado por los tiempos de exposición que son demasiado bajos las dosis no sobrepasan del 100%, siendo para el obrero de corte un valor del 7,53% y esmerilado 48.15%.

## **Discusión**

Los resultados revelan consistentemente niveles de ruido superiores a los límites permisibles tanto en la tarea de corte como en la de esmerilado, presentando preocupaciones significativas para la seguridad auditiva de los trabajadores. El nivel de presión sonora equivalente promedio ponderado para la tarea de corte alcanza 98.38 dB(A), mientras que para esmerilado es de 95.75 dB(A), ambos superando los 85 dB (A). Es por ello por lo que, el empleo de medidas de control del ruido se vuelve crucial, particularmente en la tarea de corte que muestra niveles de ruido más elevados. El uso de equipos especializados de reducción de ruido, como silenciadores o equipos insonorizados, podría mitigar la emisión de ruido en esta tarea [48].

Además, los niveles de ruido diario específicos muestran valores de 86.34 dB para corte y 89.73 dB para esmerilado, también excediendo los límites permitidos de 85 dB, para el equivalente de las 8 horas de trabajo. Por ello, la protección auditiva se refiere a la implementación y promoción del uso de dispositivos adecuados para proteger la audición de los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido [49]. Esto implica proporcionar y fomentar el uso de protectores auditivos como tapones para los oídos o auriculares diseñados específicamente para reducir la exposición al ruido en entornos laborales ruidosos. Estos dispositivos ayudan a disminuir la cantidad de sonido que llega al oído, protegiendo así la audición y minimizando el riesgo de posibles daños o pérdida auditiva provocados por la exposición continua a niveles elevados de ruido. A pesar de sobrepasar los límites de presión acústica, no sobrepasa los tiempos de exposición diaria.

- ***Medición: Estrategia basada en el puesto de trabajo***

Para los obreros de soldadura y doblado se selecciona el muestreo por grupos homogéneos o por puesto de trabajo por cumplir con las siguientes condiciones:

### Exposición a un ruido similar

Una, dos o más personas están expuestas en la misma zona de trabajo con contaminación acústica de similar característica.

En la Tabla 54 y Tabla 55, se demuestra los valores similares de ondas mecánicas de ruido que supone una exposición homogénea, así como también el tipo de ruido al cual están expuestos los trabajadores.

Tabla 54. Identificación de tipo de ruido subproceso doblado

Identificación de tipo de ruido subproceso doblado				
Medición de fuente sonora			Equipo de medición	
Tiempo (s)	LpA dB(A)	Horario	Sonómetro	
5	71,60	10:02:00		
10	68,10	10:02:05		
15	60,30	10:02:10		
20	76,70	10:02:15		
25	69,40	10:02:20		
30	71,49	10:02:25		
			Determinación tipo de ruido	
35	71,38	10:02:30	LpA dB(A) máx.	76,70
40	71,05	10:02:35	LpA dB(A) min	60,30
45	71,71	10:02:40	Diferencia (dBA):	16,40
50	69,05	10:02:45	Tipo de Ruido	VARIABLE
55	69,40	10:02:50	Normativa:	NTP270
60	68,85	10:02:55		

Figura 40. Ruido variable doblado



Tabla 55. Identificación de tipo de ruido subproceso soldadura

Identificación de tipo de ruido subproceso soldadura				
medición de fuente sonora			Equipo de medición	
Tiempo (s)	LpA dB(A)	Horario	Sonómetro	
5	70,70	9:00:00		
10	72,10	9:00:05		
15	69,30	9:00:10		
20	81,90	9:00:15		
25	76,50	9:00:20		
30	66,80	9:00:25		
35	83,50	9:00:30	Determinación tipo de ruido	
40	79,50	9:00:35	LpA dB(A) máx.	83,50
45	78,00	9:00:40	LpA dB(A) min	66,80
50	80,30	9:00:45	Diferencia (dBA):	16,70
55	77,30	9:00:50	Tipo de Ruido	VARIABLE
60	76,00	9:00:55	Normativa:	NTP270

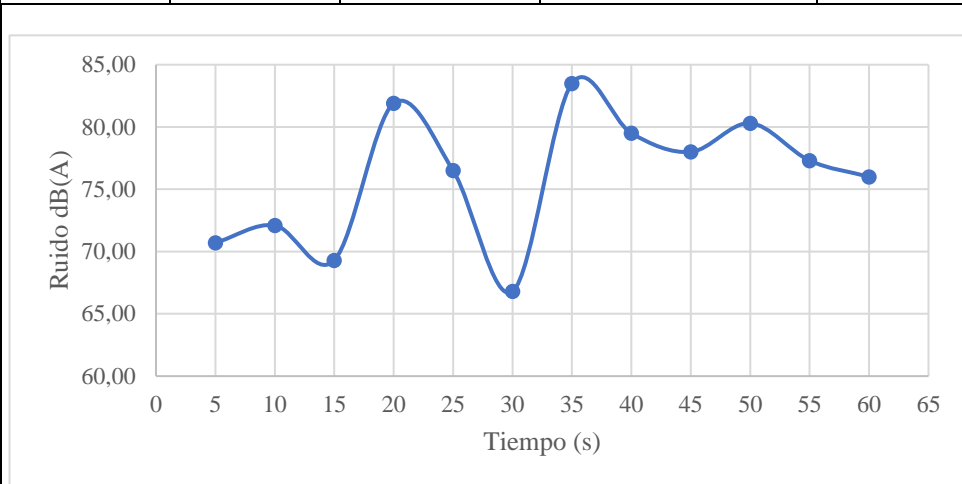


Figura 41. Ruido variable soldadura

De igual manera para el muestreo se acoge al tiempo mínimo de 5 horas distribuido por trabajador, cuando el GEH está en un rango de 1 a 5 personas. Ver en la Tabla 56.

Tabla 56. Resumen de estrategia de medición

Estrategia de medición basado en el puesto de trabajo (Grupos Homogéneos GEH)				
N°	Área de Trabajo	Número de personas expuestas	Estrategia de medición	Total, de muestreo en horas
1	Soldadura	4	Soldador 1 ___ 1 hora de medición Soldador 2 ___ 1 hora de medición Soldador 3 ___ 1 hora de medición	5 horas

Estrategia de medición basado en el puesto de trabajo (Grupos Homogéneos GEH)				
N°	Área de Trabajo	Número de personas expuestas	Estrategia de medición	Total, de muestreo en horas
			Soldador 4 ____ 2 horas de medición	
2	Doblado	1	Doblador 1 ____ 5 horas de medición	5 horas

Para la toma de muestras se consideró la ubicación del dosímetro a una altura de 1,5m, con aproximación al oído de 10cm, como se observa en la Figura 42 y se programó al dosímetro mediciones de una hora en modo *Slow* y en la banda del espectro audible tipo A.



Figura 42. Ubicación del dosímetro

Tabla 57. Ficha de identificación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso doblado



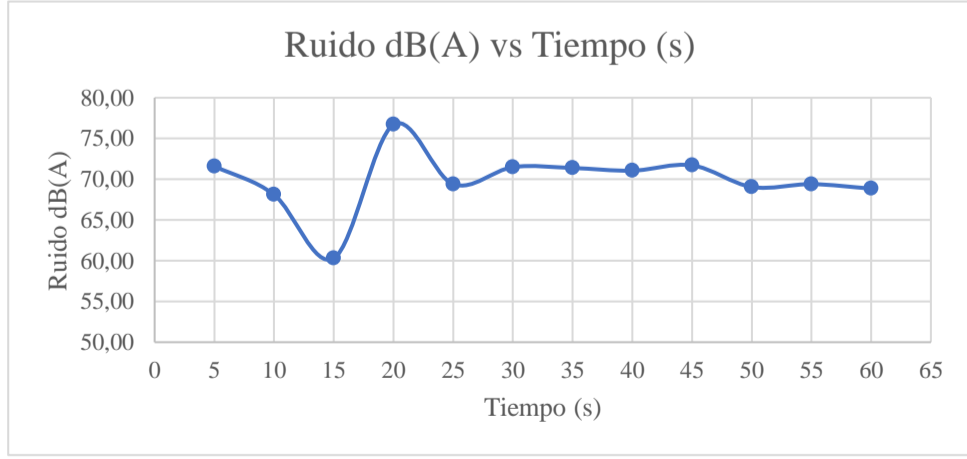

 <b>FICHA DE IDENTIFICACION DE RIESGO POR RUIDO LABORAL</b>						
<b>Nombre de la empresa:</b>		TABSA				
<b>Gerente:</b>		Ing. Javier Alexander Barriga Sanchez, Mg.				
<b>Razón social:</b>		1804448031001				
<b>Dirección:</b>		Paramericana Norte SN y Av. Indomérica.				
<b>Subproceso de trabajo:</b>		Doblado				
						
<b>Datos del Equipo:</b>						
<b>Equipo:</b>		Sonómetro PCE-322A				
<b>Estándares:</b>		Norma IEC 61672-1 (clase II)				
<b>Rango de medición:</b>		30 - 180 dB				
<b>Precisión:</b>		±1,4 dB				
<b>Toma de datos:</b>						
<b>Fecha:</b>		05/12/2023				
<b>Punto de medición:</b>		I				
<b>Altura de medición:</b>		Oído izquierdo				
<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>		10:02:00 a.m.				
<b>Tiempo de finalización de la medición:</b>		10:02:55 a.m.				
<b>Valor mínimo de ruido:</b>		60,30 dB				
<b>Valor máximo de ruido:</b>		76,70 dB				
<b>Valor promedio:</b>		69,92 dB				
<b>Análisis de ruido</b>						
Nº	Tiempo (s)	Tiempo (HH:MM:SS)	$L_{PA(Ai)}$ dB(A)	$L_{PA(A)}$ dB(A)	Diferencia ruido dB(A)	Tipo de ruido dB(A)
1	5	10:02:00 a.m.	71,60	Máx.	16,40	Variable
2	10	10:02:05 a.m.	68,10	76,70		
3	15	10:02:10 a.m.	60,30			
4	20	10:02:15 a.m.	76,70			
5	25	10:02:20 a.m.	69,40			
6	30	10:02:25 a.m.	71,49			
7	35	10:02:30 a.m.	71,38	Min.		
8	40	10:02:35 a.m.	71,05	60,30		
9	45	10:02:40 a.m.	71,71			
10	50	10:02:45 a.m.	69,05			
11	55	10:02:50 a.m.	69,40			
12	60	10:02:55 a.m.	68,85			
<b>Gráfica de ondamecánica del ruido dB(A)</b>						
						
<b>Figura 43. Ondamecánica del ruido dB(A) - doblado</b>						
<b>Valoración cualitativa del riesgo por ruido laboral</b>						
Método	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Color de leyenda	Criterio de evaluación	
INSST	Baja	Daño	Tolerable	Amarillo	Es necesaria medidas correctivas y monitoreo a corto plazo.	




Tabla 58. Ficha de medición estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso doblado



**FICHA DE MEDICIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL**

<b>Nombre de la empresa:</b>	TABSA	<b>Fecha:</b>	11/12/2023
<b>Gerente:</b>	Ing. Javier Alexander Barriga Sanchez, Mg.	<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>	10:02:00 a.m.
<b>Razón social:</b>	1804448031001	<b>Número de trabajadores:</b>	1
<b>Dirección:</b>	Panamericana Norte S/N y Av. Indamérica.	<b>Metodología:</b>	Basado en el puesto de trabajo
<b>Subproceso de trabajo:</b>	Doblado	<b>Norma de ensayo:</b>	UNEEN ISO 9612:2009

**Fotografías:**

**Croquis de medición:**

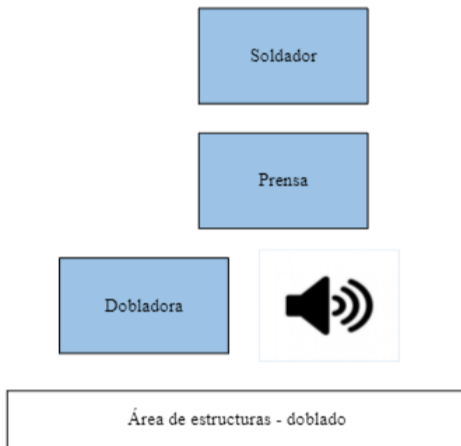


Figura 44. Croquis de medición- doblado

**Datos del Equipo:**

<b>Equipo:</b>	Dosímetro acústico 1/8 banda	<b>Estándares:</b>	Norma IEC 61252
<b>Características de la medición:</b>	Velocidad de registro de datos: Slow Filtro A, Tasa de intercambio: 5, Duración: 30 s - 60s		
<b>Tomada de datos:</b>	Altura de medición: Altura oído izquierdo		

**Determinación del tiempo de duración de las tareas y registro de medición**

Tarea	Puesto de trabajo	Rango de trabajadores expuestos a la condición homogénea GEH				Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH			
		$nG \leq 5$	$< nG \leq 15$	$15 < nG \leq 40$	$nG \leq 40$				
1	Doblador	1,0				T <sub>I</sub> = 5 HORAS			
Tiempo de medición (Horas)	<b>Programación del equipo: velocidad de registro: Lento, filtro (A), registro integrado de 5 horas dB(A)</b>								
	31.5HZ	63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ
5Horas	12,09	40,65	48,44	59,99	68,12	72,37	73,04	71,34	66,51

**Asignaciones de medición de ruido por cinco horas de medición muestra: 30min**

Tiempo de medición (min)	L <sub>p</sub> dB(A)	Tiempo de medición (min)	L <sub>p</sub> dB(A)	Tiempo de medición (min)	L <sub>p</sub> dB(A)	Tiempo de medición (min)	L <sub>p</sub> dB(A)	Observaciones:
0:00:00		1:30:00		3:00:00	67,31	4:30:00		
0:30:00		2:00:00	71,78	3:30:00		5:00:00	79,40	
1:00:00	65,39	2:30:00		4:00:00	74,91			

**Factores de control en las mediciones:**

<b>Velocidad del viento m/s</b>		<b>Temperatura °C</b>		<b>Humedad %</b>
0,00		17,40		65,30

**L<sub>p</sub> dB(A)**

OBS	OBS 1 dB(A)	OBS 2 dB(A)	OBS 3 dB(A)	OBS 4 dB(A)	OBS 5 dB(A)	Observaciones: L <sub>paq</sub> = 84,62 dB(A)
	84,62					

**Gráficas en 1/1 banda de octava tarea I por el puesto de trabajo en GEH**

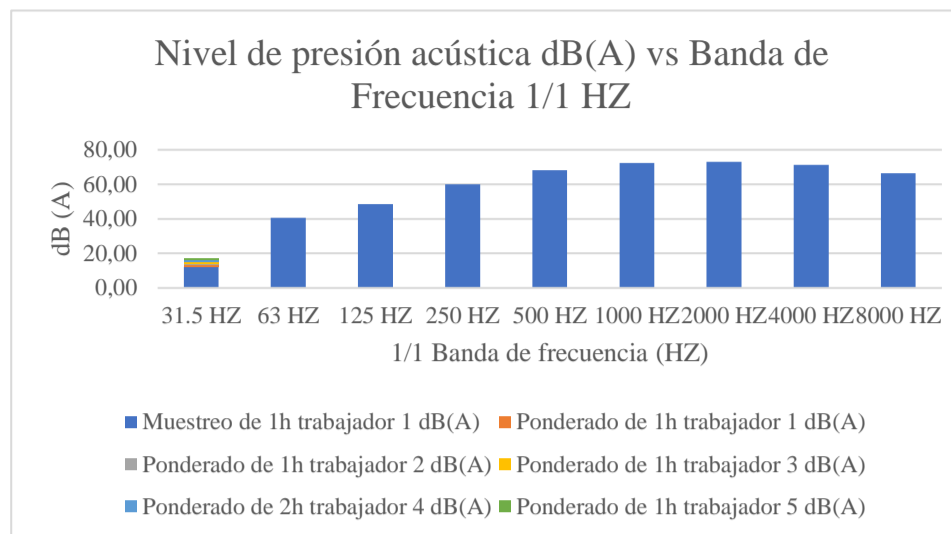


Figura 45. Medición 1- doblado

Tabla 59. Ficha de evaluación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso doblado


 <b>TALLERES BARRIGA SANCHEZ</b>								
FICHA DE EVALUACIÓN RUIDO LABORAL								
<b>Nombre de la empresa:</b>		TABSA		<b>Fecha:</b>		11/12/2023		
<b>Gerente:</b>		Ing. Javier Alexander Bariga Sanchez, Mg.		<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>		10:02:00 a.m.		
<b>Razón social:</b>		1804448031001		<b>Número de trabajadores:</b>		1		
<b>Dirección:</b>		Panamericana Norte S/N y Av. Indoamérica.		<b>Metodología aplicada:</b>		UNE-EN ISO 9612:2009. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009). Basado en el puesto de trabajo		
<b>Subproceso de trabajo:</b>		Doblado		<b>Tiempo de exposición al ruido:</b>		5 horas		
<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Niveles de presión acústica Laeq, T, n (dB(A))</b>					<b>Tiempo de exposición al ruido:</b>		EVALUACIÓN: EL TRABAJADOR NO SE ENCUENTRA SOBRE EXPUESTO POR NO EXCEDER 85dB (A) y la dosis de exposición mayor al 100%, SEGUNDE 2393 Art. 55.
	OBS1 dB(A)	OBS2 dB(A)	OBS3 dB(A)	OBS4 dB(A)	OBS5 dB(A)	Laeq, Te	Laeq, d	
Obrero doblado	84,62	0,00	0,00	0,00	0,00	84,62	82,58	
Cálculo de la dosis de exposición al ruido laboral								
<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Tiempo de exposición del ruido en horas</b>	<b>Tiempo permitido en horas</b>	<b>Dosis de ruido</b>	<b>Porcentaje de exposición al ruido</b>	<b>Resultado de la evaluación de la dosis diaria de ruido</b>			
Obrero soldador	5,00	11,19	0,45	45%	NO ESTÁ SOBRE EXPUESTO			

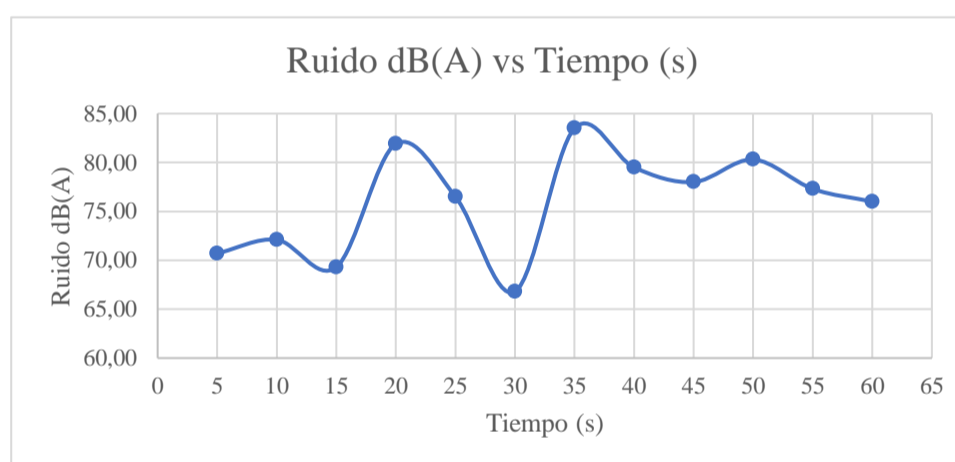
Tabla 60. Ficha de identificación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso soldadura

 <b>TALLERES BARRIGA SANCHEZ</b>	
FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGO POR RUIDO LABORAL	
<b>Nombre de la empresa:</b>	TABSA
<b>Gerente:</b>	Ing. Javier Alexander Bariga Sanchez, Mg.
<b>Razón social:</b>	1804448031001
<b>Dirección:</b>	Panamericana Norte S/N y Av. Indoamérica.
<b>Subproceso de trabajo:</b>	Soldadura
	
<b>Datos del Equipo:</b>	
Equipo:	Sonómetro PCE-322A
Estándares:	Norma IEC 61672-1 (clase II)

**FICHA DE IDENTIFICACION DE RIESGO POR RUIDO LABORAL**

Rango de medición:	30-180dB
Precisión:	±1,4dB
<b>Toma de datos:</b>	
Fecha:	06/12/2023
Punto de medición:	I
Altura de medición:	Altura oído izquierdo
Tiempo de inicio de la medición:	9:00:00 a.m.
Tiempo de finalización de la medición:	9:00:55 a.m.
Valor mínimo de ruido:	66,8 dB(A)
Valor máximo de ruido:	83,5 dB(A)
Valor promedio:	75,99 dB(A)
Número de datos obtenidos:	

<b>Análisis de ruido</b>						
N°	Tiempo (s)	Tiempo (HH:MM:SS)	$L_{PA(Ai)}$ dB(A)	$L_{PA(A)}$ dB(A)	Diferencia ruido dB(A)	Tipo de ruido dB (A)
1	5	9:00:00 a.m.	70,70	Máx.	16,70	Variable
2	10	9:00:05 a.m.	72,10	83,50		
3	15	9:00:10 a.m.	69,30			
4	20	9:00:15 a.m.	81,90			
5	25	9:00:20 a.m.	76,50			
6	30	9:00:25 a.m.	66,80			
7	35	9:00:30 a.m.	83,50	Min.		
8	40	9:00:35 a.m.	79,50	66,80		
9	45	9:00:40 a.m.	78,00			
10	50	9:00:45 a.m.	80,30			
11	55	9:00:50 a.m.	77,30			
12	60	9:00:55 a.m.	76,00			

**Gráfica de onda mecánica del ruido dB(A)**

**Figura 46. Ondamecánica del ruido dB(A) - soldado**
**Valoración cualitativa del riesgo por ruido laboral**

Método	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Color de leyenda	Criterio de evaluación
INSST	Alta	Dañino	Importante	Gris	Es necesaria medidas correctivas y monitoreo a corto plazo.

**Tabla 61. Ficha de medición estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso soldadura**
**FICHA DE MEDICION DE RIESGO POR RUIDO LABORAL**

<b>Nombre de la empresa:</b>	TABSA	<b>Fecha:</b>	06/12/2023
<b>Gerente:</b>	Ing. Javier Alexander Bamba Sanchez, Mg.	<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>	9:00:00 a.m.
<b>Razón social:</b>	1804448031001	<b>Número de trabajadores:</b>	4
<b>Dirección:</b>	Panamericana Norte SN y Av. Indamérica.	<b>Metodología:</b>	Basado en el puesto de trabajo
<b>Subproceso de trabajo:</b>	Soldadura	<b>Norma de ensayo:</b>	UNEEN ISO 9612:2009

**Fotografías:**



**Croquis de medición:**

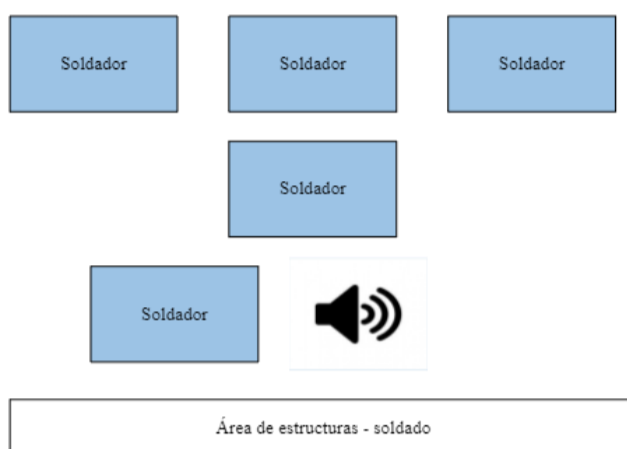


Figura 47. Croquis de medición- soldado

**Datos del Equipo:**

<b>Equipo:</b>	Dosímetro acústico 1/8 banda	<b>Estándares:</b>	Norma IEC 61252
<b>Características de la medición:</b>	Velocidad de registro de datos: Slow Filtro A, Tasa de intercambio: 5, Duración: 30 s - 60s		
<b>Tomada de datos:</b>	Altura de medición: Altura oído izquierdo		

**Determinación del tiempo de duración de las tareas y registro de medición**

Tarea	Puesto de trabajo	Rango de trabajadores expuestos a la condición homogénea GEH				Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH				
		$nG \leq 5$	$< nG \leq 15$	$15 < nG \leq 40$	$nG \leq 40$					
1	Soldador	4,0				T1= 1 HORA, T2= 1 HORA, T3= 1 HORA, T4= 2 HORAS				
Tiempo de medición (Horas)	<b>Programación del equipo: velocidad de registro: Lento, filtro (A), registro integrado de 5 horas dB(A)</b>									
	31.5HZ	63HZ	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	8000HZ	
	1 Hora	6,86	36,64	45,53	53,26	60,26	63,06	65,89	69,22	65,56
	1 Hora	12,90	41,86	49,68	58,59	67,56	69,85	73,82	77,34	72,47
	1 Hora	13,59	41,94	50,83	61,22	69,78	72,25	75,52	78,31	78,82
2 Horas	16,44	43,69	51,27	66,66	76,01	78,39	82,13	84,58	81,71	

**Asignaciones de medición de ruido por cinco horas de medición muestreo: 30 min**

Tiempo de medición (min)	LpadB(A)	Tiempo de medición (min)	LpadB(A)	Tiempo de medición (min)	LpadB(A)	Tiempo de medición (min)	LpadB(A)	Observaciones:
0:00:00		1:30:00		3:00:00	86,46	4:30:00		
0:30:00		2:00:00	84,04	3:30:00		5:00:00	0,00	
1:00:00	76,45	2:30:00		4:00:00	90,70			
<b>Factores de control en las mediciones:</b>		<b>Velocidad del viento m/s</b>			<b>Temperatura °C</b>			<b>Humedad %</b>
		0,00			19,60			55,40

**LpadB(A)**

OBS	OBS 1 dB(A)	OBS 2 dB(A)	OBS 3 dB(A)	OBS 4 dB(A)	OBS 5 dB(A)	Observaciones:
	76,45	84,04	86,46	90,70	0,00	

**Gráficas en 1/1 banda de octava tarea 1 por el puesto de trabajo en GEH**

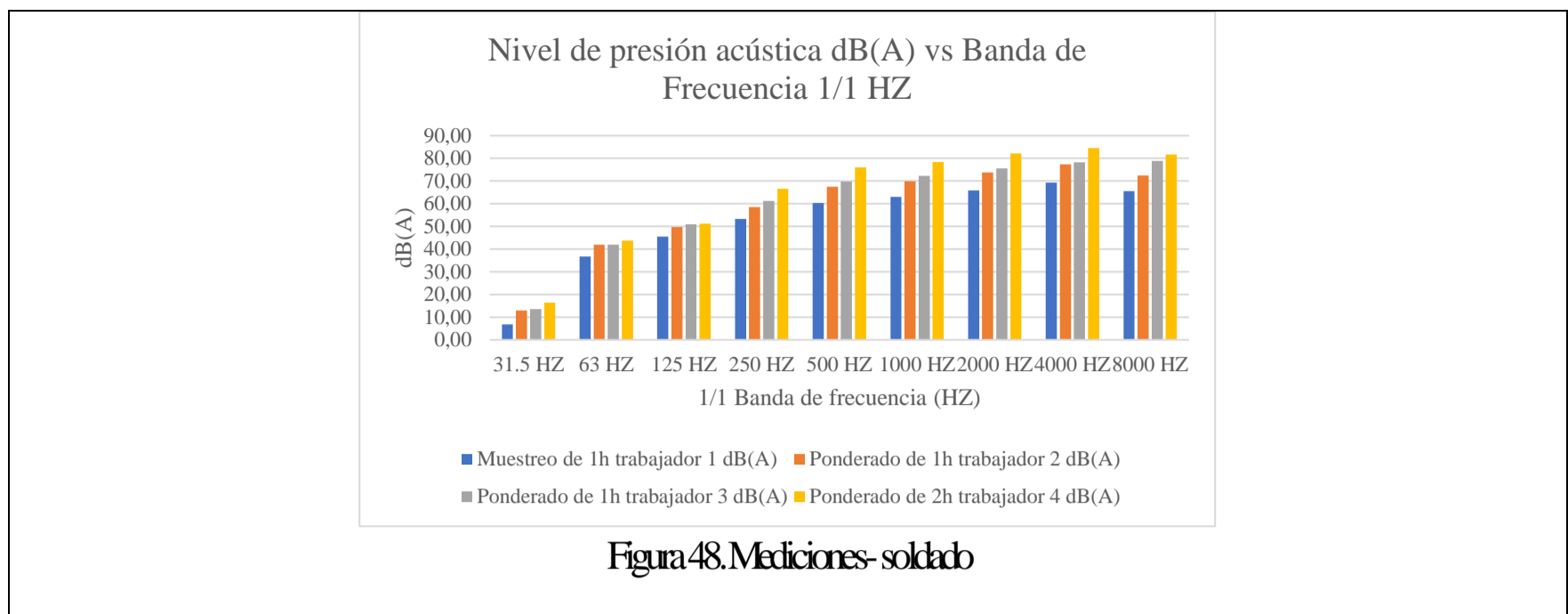



Tabla 62. Ficha de evaluación estrategia basada en el puesto de trabajo – subproceso soldadura

 <b>TABS A</b> <small>TALLERES BARRIGA SANCHEZ</small>								
FICHA DE EVALUACION RUIDO LABORAL								
<b>Nombre de la empresa:</b>		TABS A			<b>Fecha:</b>		06/12/2023	
<b>Gerente:</b>		Ing. Javier Alexander Barriga Sanchez, Mg.			<b>Tiempo de inicio de la medición:</b>		9:00:00 a.m.	
<b>Razón social:</b>		1804448031001			<b>Número de trabajadores:</b>		4	
<b>Dirección:</b>		Panamericana Norte S/N y Av. Indamérica.			<b>Metodología aplicada:</b> UNE-EN ISO 9612:2009. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009). Basado en el puesto de trabajo			
<b>Subproceso de trabajo:</b>		Soldadura						
Puesto de trabajo	<b>Niveles de presión acústica <math>L_{Aeq, T, n}</math> (dB(A))</b>					<b>Tiempo de exposición al ruido:</b>		7 horas
	OBS 1 dB(A)	OBS 2 dB(A)	OBS 3 dB(A)	OBS 4 dB(A)	OBS 5 dB(A)	$L_{Aeq, T, e}$	$L_{Aeq, d}$	EVALUACION: EL TRABAJADOR SE ENCUENTRA SOBRE EXPUESTO POR EXCEDER 85dB (A) y la dosis de exposición mayor al 100%, SEGUN DE 2393 Art. 55.
Obrero soldador	76,45	84,04	86,46	90,70	0,00	86,80	86,22	
Cálculo de la dosis de exposición al ruido laboral								
Puesto de trabajo	Tiempo de exposición del ruido en horas	Tiempo permitido en horas	Dosis de ruido	Porcentaje de exposición al ruido	Resultado de la evaluación de la dosis diaria de ruido			
Obrero soldador	7,00	6,75	1,04	104%	<b>SOBRE EXPUESTO</b>			



- ***Cálculo de la estrategia basada en el puesto de trabajo***

Se realizaron las respectivas mediciones de ruido industrial en los siguientes puestos de trabajo como son: doblado y soldadura, como se observa en las tablas siguientes. Para ello se ha descrito un ejemplo práctico del cálculo que se realizó en el puesto de trabajo correspondiente a: doblado, para lo cual, se debe tomar en cuenta que dichos cálculos son repetitivos para el resto de las tareas evaluadas según estrategia de medición: Basada en el puesto de trabajo.

**Cálculo del nivel diario equivalente ( $L_{Aeq,T,e}$ )**

Para calcular el nivel de presión sonora, se realizó una medición equivalente en un tiempo total de 5 horas, por lo que se utiliza la ecuación:

$$L_{Aeq,T,e} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,n}} \right] dB(A) \quad (21)$$

$$L_{Aeq,T,e} = 10 \lg \left[ \frac{1}{1} \times (10^{0,1 \times 84,62}) \right] dB(A)$$

$$L_{Aeq,T,e} \text{ (doblado)} = 84,62 \text{ dB (A)}$$

$$L_{Aeq,T,e} \text{ (soldadura)} = 86,80 \text{ dB (A)}$$

Puede calcularse el nivel diario equivalente, está dado por la ecuación (22):

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T,e} + 10 \lg \left[ \frac{T_e}{8} \right] dB(A) \quad (22)$$

$$L_{Aeq,d} = 84,62 + 10 \lg \left[ \frac{5}{8} \right] dB(A)$$

$$L_{Aeq,d} \text{ (doblado)} = 82,58 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d} \text{ (soldadura)} = 86,22 \text{ dB(A)}$$

### Cálculo de incertidumbre

Para el cálculo de la incertidumbre se aplica la ecuación (23):

$$u^2(L_{Aeq,d}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (23)$$

Para lo cual, se debe realizar el cálculo de  $u_1$ , que está en función del número de mediciones.

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[ \sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - \overline{L_{Aeq,T}})^2 \right]} \quad (24)$$

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(4-1)} [\sum (84,62 - 82,58)^2]}$$

$$u_1 \text{ (doblado)} = 1,18$$

$$u_1 \text{ (soldadura)} = 1,18$$

Por lo tanto, el valor numérico de la incertidumbre basado en el puesto de trabajo será:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (23)$$

$$u^2(L_{Aeq,d}) = ((0,30)^2 + (1)^2) ((1,5)^2 + (1)^2)$$

$$u^2(L_{Aeq,d})(\text{doblado}) = 3,34 \text{ dB (A)}$$

$$u^2(L_{Aeq,d})(\text{soldadura}) = 3,34 \text{ dB (A)}$$

Cálculo de la incertidumbre expandida **U**: Según la nota técnica de prevención de ruido NTP 950 se puede calcular la incertidumbre expandida *U* mediante la ecuación [47].

$$U = k \times u \tag{41}$$

$$U = 1,65 \times 1,83$$

$$U = 3,02 \text{ dB (A)}$$

De este modo para obtener el resultado final del nivel diario equivalente aplicamos la ecuación.

$$L_{Aeq,d} \pm U \tag{42}$$

$$82,6 \pm 3,02 \text{ dB (A)}$$

El trabajador no se encuentra sobre expuesto al ruido de exposición diaria de 8 horas según el nivel mínimo de 85.0 dB (A) del DE2393, art. 55 [16].

En la siguiente Tabla 63, se presenta el resumen de los cálculos elaborados según la estrategia en los subprocesos correspondientes a: doblado y soldadura:

Tabla 63. Resumen de resultados por ruido industrial

Resumen de Resultados					
Puesto de Trabajo	$L_{Aeq,Te}$	$L_{Aeq,d}$	Tiempo de exposición	In. Expandida	$L_{Aeq,d} \pm U$
Doblado	84,72	82,58	5,00	3,02	$82,60 \pm 3,02$
Soldadura	86,80	86,22	7,00	3,02	$86,20 \pm 3,02$

### **Cálculo de la dosis de exposición al ruido**

Se basa en el tiempo efectivo de exposición  $T_e$  y Nivel de presión acústica equivalente diario de las mediciones realizadas en los cargos de soldadura y doblado, para obtener en primera instancia el tiempo permisible de exposición diaria en el ejemplo del soldador como se muestra a continuación:

$$T = 8 \times 2^{\frac{85db(A) - 86.22dB(A)}{5}} \quad (48)$$

$$T = 6.75 \text{ horas}$$

Se procede seguidamente a determinar la dosis de exposición diaria del soldador, conociendo que tiene un tiempo efectivo de trabajo de 7 horas, y se calcula según criterios del DE2393, Art. 55, como se muestra a continuación:

$$D = \frac{C1}{T1} \quad (44)$$

$$D = \frac{7.0}{6.75}$$

$$D = 1.04 \times 100\%$$

$$D = 104 \%$$

Realizando los cálculos con los criterios ya definidos se obtiene que para el cargo de obrero en el área de doblado existe un tiempo permitido de 11.19 horas y 45% de dosis de exposición al ruido.

## Estadístico de las mediciones

En la siguiente Figura 49, se presenta el estadístico de resultados, refiriéndose en la Tabla 63, correspondiente a los cálculos elaborados según las áreas de: doblado y soldadura:

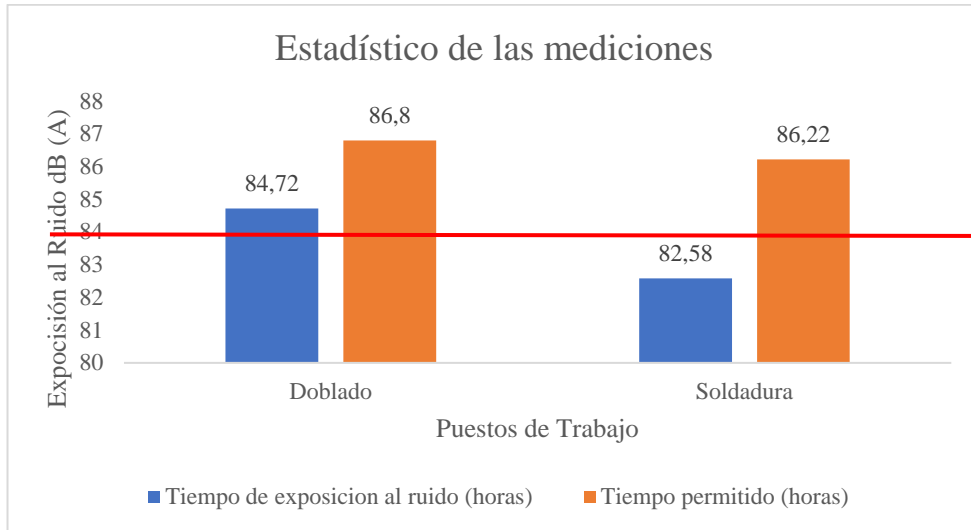


Figura 49. Estadístico de la medición

## Análisis

Se realizan utilizando dos parámetros fundamentales: el nivel de presión sonora equivalente ( $L_{Aeq,Te}$ ) y el nivel diario equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ).

Para el puesto de trabajo de doblado, el ( $L_{Aeq,Te}$ ) es de 84,72 dB(A), manteniéndose por debajo del límite permisible de 85 dB(A). Este resultado indica un nivel de ruido seguro y aceptable en ese entorno específico. Sin embargo, para el puesto de trabajo de soldadura, se registró un nivel de ruido de 86,80 dB(A), superando el límite permisible. Esto indica una exposición por encima de los estándares de seguridad establecidos y podría representar un riesgo para la salud auditiva de los trabajadores.

En cuanto al ( $L_{Aeq,d}$ ), para el puesto de trabajo de doblado se registró un nivel de 82,58 dB(A), lo que sugiere un nivel considerable de ruido durante las horas laborales habituales. Para el puesto de trabajo de soldadura, se identificó un nivel de 86,22 dB(A), superando nuevamente el límite permisible de 85 dB(A). Estos análisis técnicos destacan la importancia de controlar y mitigar los niveles de ruido,

especialmente en el puesto de trabajo de soldadura, donde se han identificado niveles que exceden los límites permisibles. Se recomienda implementar medidas correctivas o preventivas, como el uso de equipos de protección auditiva o la optimización de las condiciones laborales, para reducir la exposición al ruido y garantizar la seguridad auditiva de los trabajadores.

## **Discusión**

### **El nivel de presión sonora equivalente ( $L_{Aeq,Te}$ )**

Los resultados obtenidos han revelado una discrepancia significativa en los niveles de ruido entre los puestos de trabajo de doblado y soldadura. El nivel de presión sonora equivalente para el área de doblado se mantiene dentro de los límites de seguridad establecidos. Por el contrario, en el área de soldadura se ha registrado un nivel de ruido superando los límites permitidos, lo que resalta la urgente necesidad de aplicar estrategias correctivas específicas en este espacio laboral [31]. La implementación de acciones correctivas es esencial para abordar eficazmente la situación identificada en el área de soldadura. Estas medidas correctivas pueden abarcar desde la distribución y utilización de protectores auditivos específicos hasta un examen profundo y minucioso de las condiciones laborales presentes en este entorno, para reducir y limitar la exposición de los trabajadores a niveles de ruido excesivos y así salvaguardar su salud auditiva. Este enfoque preventivo y de corrección directa tiene como objetivo principal cumplir con las normativas de seguridad auditiva y garantizar un estándar óptimo en el cuidado de la salud de los empleados [26]. Además, se sugiere llevar a cabo evaluaciones regulares para supervisar y mantener los niveles de ruido dentro de los límites, garantizando un ambiente laboral seguro para los empleados expuestos a estos niveles de ruido.

### **Nivel diario equivalente ( $L_{Aeq,d}$ )**

Los resultados obtenidos a partir de la medición de los niveles de ruido en los puestos de doblado y soldadura presentan diferencias significativas. En el área de doblado, se ha detectado un nivel de presión sonora equivalente que se encuentra dentro de los 85 dB(A) permisibles, lo que indica una exposición notable durante las horas laborales estándar. En contraposición, el área de soldadura registra un nivel más elevado que

supera los límites permitidos, lo cual refleja una exposición considerablemente alta a los niveles de ruido, por ello, es de suma importancia atender de manera inmediata la problemática identificada en el área de soldadura, enfocándose en la implementación de medidas correctivas efectivas [49]. La entrega inmediata de protectores auditivos a los trabajadores expuestos al entorno de alto nivel de ruido se presenta como una acción prioritaria. Además, se requiere una inspección minuciosa de las condiciones laborales en esta área específica, considerando posibles modificaciones en los equipos o en el diseño del entorno de trabajo para reducir la exposición al ruido. Estas acciones son esenciales para salvaguardar la salud auditiva de los empleados y para asegurar el cumplimiento pleno de las normativas de seguridad auditiva. Asimismo, estos análisis recalcan la necesidad crítica de una vigilancia constante y detallada de los niveles de ruido, subrayando la importancia de mantener un entorno laboral seguro y acorde con las regulaciones vigentes.

### Estadístico – Tiempos de exposición

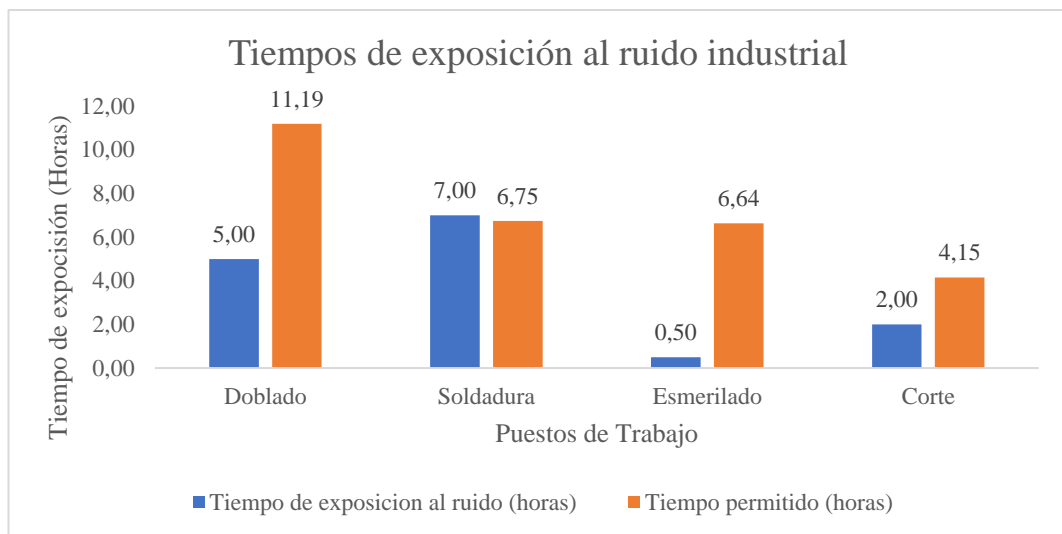


Figura 50. Tiempos de exposición al ruido industrial

### Análisis

Según la Figura 50, para analizar los datos respecto al tiempo de exposición al ruido en diferentes actividades industriales, primero, es fundamental entender que estos datos representan el tiempo real de exposición al ruido en horas, así como el tiempo permitido según los estándares de seguridad.

- Doblado: El tiempo de exposición al ruido durante el doblado es de 5 horas, mientras que el tiempo permitido es de 11.19 horas. Esto indica que se está utilizando menos tiempo del permitido, lo cual es positivo desde el punto de vista de la salud auditiva.
- Soldadura: Aquí, el tiempo de exposición al ruido es de 7 horas, mientras que el tiempo permitido es de 6.75 horas. Esto significa que se está excediendo ligeramente el tiempo permitido, lo cual puede representar un riesgo para la audición de los trabajadores.
- Esmerilado: El tiempo de exposición al ruido durante el esmerilado es de 0.50 horas, mientras que el tiempo permitido es de 6.64 horas. En este caso, se está utilizando significativamente menos tiempo del permitido, lo cual es beneficioso desde la perspectiva de la salud auditiva.
- Corte: El tiempo de exposición al ruido durante el corte es de 2 horas, y el tiempo permitido es de 4.15 horas. Aquí, también se está utilizando menos tiempo del permitido, lo cual es favorable para la protección auditiva.

## **Discusión**

Basándonos en el análisis de los tiempos de exposición al ruido en distintas actividades industriales, es claro que existen variaciones significativas entre el tiempo real de exposición y los límites permitidos. Esto puede tener implicaciones directas en la salud auditiva de los trabajadores.

En primer lugar, es alentador observar que, en actividades como el esmerilado y el corte, los colaboradores están expuestos a niveles de ruido por debajo de los límites permitidos.

Sin embargo, se identifican áreas críticas que requieren atención inmediata. En particular, el tiempo de exposición durante la soldadura excede ligeramente el límite permitido. Esto indica un riesgo potencial para la salud auditiva de los trabajadores involucrados en esta tarea. Además de los factores mencionados, el tiempo efectivo de exposición representa un componente crítico en este contexto laboral. Es especialmente relevante considerar que los soldadores enfrentan largas jornadas de



exposición a condiciones exigentes, con un tiempo considerable de trabajo directo con las fuentes de calor y materiales, en comparación con la persona responsable de doblar los tubos utilizando los calores necesarios.

Los soldadores, debido a la naturaleza de su labor, están expuestos a prolongadas horas de manejo de equipos y materiales a altas temperaturas, lo que conlleva una exposición más prolongada y directa a los riesgos asociados con el calor y la soldadura. En contraste, aquellos encargados de doblar los tubos tienen una exposición menor a estas condiciones extremas, ya que su labor implica un contacto menos continuo y prolongado con las fuentes de calor. Por lo tanto, es fundamental reconocer que el tiempo de exposición varía significativamente entre las diferentes tareas dentro del entorno laboral, y esta diferencia tiene implicaciones directas en la gestión de la seguridad y la salud ocupacional de los trabajadores. Se podrían considerar acciones como la implementación de rotación de tareas, el uso de protectores auditivos especializados o la optimización de procesos para reducir el tiempo de exposición.

En cuanto al doblado, aunque el tiempo de exposición está por debajo del límite permitido, sería prudente monitorear y evaluar continuamente este aspecto para asegurarse de mantener un entorno laboral seguro para la audición de los empleados.

Se recomienda realizar evaluaciones periódicas de manera semestral de exposición al ruido en cada actividad, junto con la implementación de programas de concientización y entrenamiento sobre la importancia de la protección auditiva. Además, se deben considerar inversiones en equipos menos ruidosos o en tecnologías que minimicen la emisión de sonido durante las tareas más ruidosas.

Finalmente es esencial adoptar medidas preventivas y correctivas para garantizar el cumplimiento de los límites de exposición al ruido en todas las actividades industriales, priorizando la salud auditiva de los trabajadores a través de la implementación de estrategias de control de ruido y el fomento de prácticas seguras en el lugar de trabajo.

## Estadístico – Dosis de exposición al ruido industrial (%)

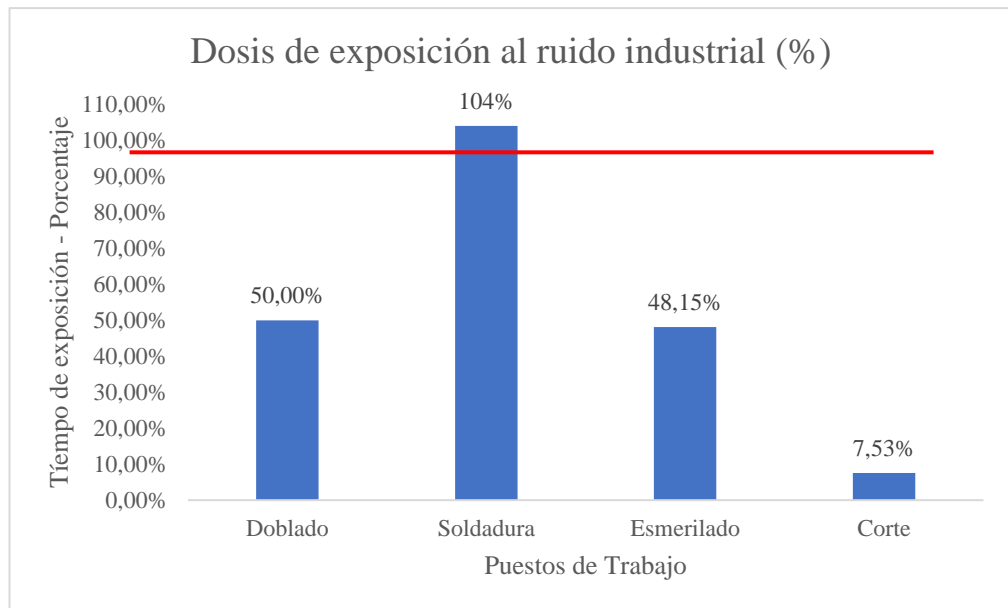


Figura 51. Dosis de exposición al ruido industrial (%)

### Análisis

En la Figura 51, se proporciona información sobre el porcentaje de la dosis de exposición al ruido en diferentes actividades industriales en relación con los puestos de trabajo evaluados, como son:

- Doblado: El porcentaje de la dosis de exposición es del 50%. Esta cifra es positiva y sugiere que se están tomando medidas efectivas para mantener la exposición al ruido.
- Soldadura: Aquí se observa un porcentaje de la dosis de exposición del 104%, lo que indica que se está superando el límite seguro establecido.
- Esmerilado: El porcentaje de la dosis de exposición es del 48.15%, lo que está justo por debajo del límite seguro establecido.
- Corte: Aquí se observa un porcentaje de la dosis de exposición del 7.53%, muy por debajo del límite seguro establecido.

## Discusión

En el análisis de exposición al ruido en diferentes áreas de trabajo:

- **Doblado:** La diferencia en la exposición al ruido se debe a la dinámica operativa de la máquina dobladora. Los operarios pasan menos tiempo en esta máquina debido a la necesidad de esperar la preparación de lotes de producción antes de reanudar sus tareas y activar la dobladora. Esta espera incide directamente en un tiempo de exposición al ruido más reducido en comparación con la soldadura.
- **Soldadura:** Esta área representa una preocupación significativa en términos de exposición al ruido. Se ha identificado una exposición que supera los límites seguros establecidos con un valor de 86,22 dB, lo que subraya la necesidad urgente de intervenciones para reducir el riesgo de daños en la audición de los trabajadores.
- **Esmerilado:** Aunque actualmente está cerca del límite seguro de dosis de exposición 48.15%, esta área necesita ser monitoreada continuamente para mantener la exposición al ruido dentro de los límites aceptables. Se requieren estrategias preventivas adicionales para garantizar que los niveles de ruido se mantengan controlados. A pesar de que el ambiente laboral presenta altos niveles de ruido, los trabajadores no se encuentran en una situación de sobreexposición, ya que estos altos niveles de ruido se presentan solo durante breves períodos de tiempo a lo largo de la jornada laboral.
- **Corte:** Esta área muestra un control excepcional del ruido, manteniendo la exposición muy por debajo de los límites seguros de un 7.53%. Este resultado positivo indica una gestión exitosa del ruido y prácticas efectivas para proteger la salud auditiva de los trabajadores. A pesar de que los empleados están expuestos a niveles elevados de ruido, la situación no se considera como una sobreexposición debido a la limitada duración de los períodos de exposición durante la jornada laboral. Este aspecto sugiere que, aunque los niveles de ruido puedan ser altos en determinados momentos, la duración limitada de esta

exposición no excede los límites establecidos para considerarse una sobreexposición según las normativas de seguridad laboral.

Finalmente, mientras que algunas áreas demuestran un control efectivo del ruido, otras presentan desafíos significativos que requieren acciones inmediatas o medidas preventivas para garantizar niveles seguros de exposición al ruido en todas las actividades laborales. La implementación de estrategias de control de ruido, monitoreo continuo y capacitación sobre protección auditiva son esenciales para salvaguardar la salud auditiva de los trabajadores en todas las áreas de trabajo industrial.

#### **3.4.4 Control**

Para el diseño del proyecto se estableció que el cargo de obrero de soldadura es el más crítico en porcentaje de exposición al ruido ya demás sobrepasa los límites permisibles de 85dB(A), por lo que requiere de un control siguiendo las etapas de la gestión del control del riesgo a nivel laboral como son:

1. Gestión del riesgo ruido en la fuente: Se estableció un protocolo de acción en la que se debe llevar a cabo una inspección visual del estado de los componentes de la soldadura eléctrica y MIG, como además saber realizar las operaciones de soldadura para evitar ruidos por contacto del electrodo con la superficie de trabajo.
2. Gestión del riesgo ruido en el medio: Se realizó un procedimiento de selección de pantallas de intervención entre el individuo y la fuente de generación del ruido como se encuentra en el “RE- 02 Registro de selección de pantallas acústicas”, este criterio se lleva a cabo debido a que las instalaciones del taller no poseen las características físicas de ampliación o división de áreas de trabajo mediante la obra civil o la construcción de paredes de hormigón que eviten la propagación del ruido hacia las demás áreas de trabajo.
3. Elaboración de un protocolo de selección y entrega de equipos de protección personal como es el tapón auditivo: Libre Mantenimiento 3M™ TAPONES E-A-R™ ULTRAFIT™, con referencia a la norma NTP 638, haciendo énfasis al

método de selección por bandas de octava, además se establece una estrategia de capacitación para el correcto uso de las protecciones auditivas.

4. Desarrollo de protocolos de vigilancia de la salud, en la que se establece un método técnico de valoración de trauma acústico mediante la NTP 136, en la que se determina los tipos de manifestaciones de pérdida auditiva a nivel laboral mediante las curvas de audiometría, que califica el grado de pérdida auditiva a nivel de la zona de conversación.

A continuación, se presenta en la Tabla 64, la descripción del diseño del proyecto donde se requiere de un control siguiendo las etapas de la gestión del control del riesgo a nivel laboral.

Tabla 64. Control - gestión del control del riesgo a nivel laboral

No.	Referencia	Código	Descripción
1	Control en la fuente	PR - 01	Procedimiento de control de ruido en la fuente
2	Control en la fuente	RE- 01	Checklist control de ruido en la fuente para equipos de solda
3	Control en el medio	PR - 02	Procedimiento de control de ruido en el medio
4	Control en el medio	RE- 02	Registro de selección de pantallas acústicas
5	Control en el receptor	PR - 03	Procedimiento de selección y entrega de equipos de protección auditiva
6	Control en el receptor	PR - 04	Procedimiento de vigilancia a la salud

	<b>PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE RUIDO EN LA FUENTE</b>	CÓDIGO
		PR - 01

### Objetivo

Establecer las medidas de control de ruido industrial en la fuente, para los trabajadores del área de soldadura.

### Alcance

El presente procedimiento se aplica a los trabajadores del subproceso de soldadura que están expuestos a ruido industrial.

## Definiciones

- **Control del ruido en la fuente:** establecer medidas correctivas en el punto específico de generación de ruido que puede ser un equipo, sistemas, herramientas.
- **Ruido industrial:** sonidos no deseados generados en entornos de trabajo industrializados, como fábricas, construcciones y plantas de procesamiento. Estos sonidos pueden ser el resultado de maquinarias, procesos de producción, y actividades laborales.
- **Soldadura:** implica unir o fundir piezas mediante calor y/o compresión para formar una conexión continua.
- **Soldadora MIG:** realiza un soldeo por fusión mediante arco, utilizando un alambre electrodo macizo, con protección del arco y del baño de soldadura mediante gas.
- **Soldadora eléctrica:** conocida como electrosoldadura o soldadura por resistencia, es un proceso termoeléctrico. En este método, se genera calor al pasar una corriente eléctrica a través de las piezas a unir durante un tiempo controlado con precisión y bajo presión controlada. La unión de metales se logra sin necesidad de material de aporte, es decir, mediante la aplicación de presión y corriente eléctrica sobre las áreas a soldar sin requerir la adición de otro material .

## Responsables y responsabilidades

- **Representante Legal:** Adquirir los recursos técnicos / tecnológicos y humano necesarios para el cumplimiento de las medidas preventivas en atenuación del ruido industrial para el área de soldadura.
- **Responsable de Seguridad Industrial (Servicio externo):** Establecer las medidas de control en la fuente de generación de ruido según resultados de los informes de ensayo de ruido laboral.

- **Trabajadores:** Acatar los procedimientos e instructivos de trabajo de forma adecuada que contribuya con la atenuación del ruido industrial a nivel de la fuente.

### **Metodología de control del ruido en la fuente**

#### **Medidas de control de ruido para soldadora eléctrica**

- Comprobar el buen estado de la carcasa de protección con inexistencia de oxidación y aberturas que generen la exposición a ruido.
- Comprobar el amperaje y estado interior de la soldadora.
- Limpieza de rendijas de ventilación.
- Identificación de piezas sueltas, o ruidos extraños de la soldadora para mejorar su aprieto o cambio de los componentes
- Colocar el equipo a nivel para estabilidad y buen anclaje del mismo, evitando ruidos extraños por vibraciones cuidando la conservación del equipo, además verificando el estado de las ruedas.
- Revisar estado de borneras para evitar un falso consumo de energía eléctrica y daños en el núcleo de transformación.
- Conectar el equipo de soldadura únicamente en tomas de corriente provistas de conexión a tierra.
- Comprobar buen estado de ventiladores, evitando generación de ruido.
- Evitar generación de ruido en soldadora eléctrica por mala operación de soldadura con electrodo.

Para ello se utilizará el registro de mantenimiento con código RE – 01, en el mismo se establece un *checklist* de revisión y mantenimiento de condiciones del equipo de soldadura eléctrico con la finalidad de generar ruidos ajenos a su normal funcionamiento.

## Medidas de control de ruido para el equipo de soldadura MIG

- Proteger el tubo contactor y el difusor de gases.
- Mantener la distancia adecuada entre la tobera y la pieza, para evitar que el alambre rebote y quede adherido al tubo contactor generando un aumento de ruido en la fundición de materiales.
- Verificación del buen funcionamiento del carrete, sin obstrucciones que generen ruido.
- Cuidar la tobera direccionando el gas de manera adecuada insertándola a presión y no a rosca evitando la generación de ruidos por una falsa difusión del gas.
- Realizar la limpieza del tubo contactor y difusor de gases para evitar ruido por obstrucción de la salida de gas afectando además a la calidad del trabajo




Para ello se utilizará el registro de mantenimiento con código RE – 01, en el mismo se establece un *checklist* de revisión y mantenimiento de condiciones del equipo de soldadura MIG, con la finalidad de generar ruidos ajenos a su normal funcionamiento.

### Referencia Normativa

- DE 2393 Art 61. Numeral 3, “Se efectuará en compartimientos o cabinas individuales o en su defecto siempre que sea posible se colocarán pantallas móviles incombustibles alrededor de cada puesto de trabajo” [16].

Elaborado por: Investigadora UTA	Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA	Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA
-------------------------------------	--	--



	CHECKLIST CONTROL DE RUIDO EN LA FUENTE PARA EQUIPOS DE SUELDA		CÓDIGO	
			RE - 01	
Equipo de soldadura	Medidas de control de ruido en la fuente		Nivel de cumplimiento	
			Cumple	No Cumple
Lincoln electric-AC225  	<input type="checkbox"/>	Caja de protección en buenas condiciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Ventilador en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Ruedas en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Porta electrodo en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Grampa a tierra en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Terminales de soldar en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Regulador de amperaje operativo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	El trabajador realiza una adecuada operación de soldadura.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektro Inverter MIG-270  	<input type="checkbox"/>	Buen estado de la carcasa de la máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Cable de porta electrodo en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Enchufe de macho para red en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Regulador de amperaje en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Regulador de velocidad de carrete en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Pistola – Manguera – boquilla en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Porta electrodo en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Funcionamiento del ventilador en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:				

	<b>PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE RUIDO EN EL MEDIO</b>	CÓDIGO
		PR - 02

## Objetivo

Establecer las medidas de control de ruido industrial en el medio, para los trabajadores del subproceso de soldadura.

## Alcance

El siguiente procedimiento se aplica a los trabajadores del subproceso de soldadura que están expuestos a ruido industrial.

## Definiciones

- **Atenuación acústica:** Es la habilidad que posee para neutralizar las fuentes de ruido externas.
- **Control del ruido en el medio:** establecer medidas correctivas entre la fuente de generación de ruido y el trabajador mediante implementación de pantallas de atenuación acústica.
- **Pantalla fonoabsorbente móvil:** dispositivo móvil de pantalla fonoabsorbente, concebido para la segmentación acústica de áreas de trabajo ruidosas en entornos industriales, donde resulta difícil abordar directamente la fuente de ruido.
- **Ruido industrial:** sonidos no deseados generados en entornos de trabajo industrializados, como fábricas, construcciones y plantas de procesamiento. Estos sonidos pueden ser el resultado de maquinarias, procesos de producción, y actividades laborales.

## Responsables y responsabilidades

- **Representante Legal:** Adquirir los medios técnicos, tecnológicos y humano necesarios para el cumplimiento de las medidas preventivas en atenuación del ruido industrial en el medio, para el área de soldadura.

- **Responsable de Seguridad Industrial (Servicio externo):** Establecer las medidas de control del ruido en el medio, según resultados de los informes de ensayo de ruido laboral.
- **Trabajadores:** Acatar los procedimientos e instructivos de trabajo de forma adecuada que contribuya con la atenuación del ruido industrial a nivel del medio.

### **Metodología de control del ruido en el medio**

Para la selección de pantallas acústicas se tendrá en consideración los siguientes aspectos:

- Elevado aislamiento acústico y absorción
- Alta resistencia mecánica por defecto se declara hasta 525kg/m<sup>2</sup>.
- Resistencia a la corrosión
- Alta durabilidad y resistencia a la humedad
- Ligereza de los componentes
- Facilidad y rapidez de la instalación
- Seguro en caso de incendio (Por efectos de proceso de soldadura)
- Atenuación adecuada en bandas de octava (Frecuencia vs Decibelios)

Para ello se comprobará la atenuación en base a las recomendaciones de la norma ASTM C423, que nos permite clasificar la absorción de sonido de un material y sus coeficientes se miden por medio de una cámara reverberante, y que para nuestro caso no deberá ser menor de 0.8/1.00 considerado como de efecto alto de atenuación ver en la Tabla 65.

Tabla 65. Coeficiente de reducción del ruido

Noise reduction coefficient NRC/SAA	Effect
0.80/1.00	Very high
0.50/0.80	High
0.20/0.50	Considerable
0.10/0.20	Significant
≤ 0.10	Low

Para la comprobación de la pantalla, se tendrá en consideración las características acústicas, mediante el NCR (Nivel de reducción del ruido) y SAA (Tiempo de Reverberación) y los decibeles de atenuación de todas sus bandas como lo recomienda el fabricante. Se registra la atenuación global con la diferencia en bandas de octava del valor registrado mediante la siguiente ecuación:

$$L_A' = 10 \log \sum_{f=63 \text{ Hz}}^{f=8000 \text{ Hz}} 10^{0,1 L_f}$$

Los valores calculados y materiales seleccionados de la pantalla acústica se registran en el documento RE – 02, en el mismo se deja en consideración las características físicas de la pantalla acústica según el fabricante.

La pérdida por atenuación se produce cuando existen elementos absorbentes, como barreras, cerramientos o conductos, en un sistema de distribución entre la fuente y el punto de recepción sonora a una distancia d. Este fenómeno resultará en una disminución del nivel de presión, denominada  $\Delta L$ , la cual está condicionada por las características del elemento barrera. El cálculo de  $\Delta L$  se lleva a cabo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta L = L_{p,d} - L'_{p,d}$$

**Donde:**



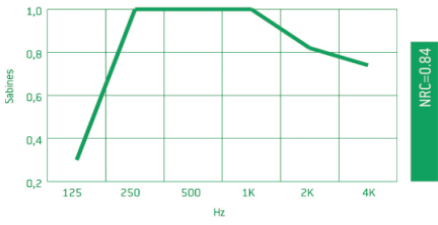
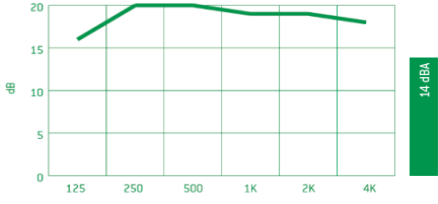
$L_{p,d}$ : Presión en dB sin la presencia de elemento o barrera.

$L'_{p,d}$ : Nivel en el mismo punto tras insertar el elemento entre emisor y receptor.

### Referencia Normativa

- ASTM C423 Norma de absorción acústica.
- DE 2393 Art 61. Numeral 3, “Se efectuará en compartimientos o cabinas individuales o en su defecto siempre que sea posible se colocarán pantallas móviles incombustibles alrededor de cada puesto de trabajo” [16]

Elaborado por: Investigadora UTA	Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA	Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA
-------------------------------------	--	--

	<b>REGISTRO DE SELECCIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS</b>		<b>CÓDIGO</b>																			
			RE - 02																			
<b>TIPO DE AISLAMIENTO</b>	Pantalla acústica	<b>MARCA:</b>	<b>INAWALL</b>																			
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	(Altura x largo x profundidad) 1500 * 2000 * 2000 (mm)	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>	Resistencia: 525kg/m <sup>2</sup> . Sistema de estructura metálica y revestimientos fonoabsorbentes ignífugo																			
<b>Tipo de aislante</b>	<b>Detalle</b>	<b>Nivel de cumplimiento</b>																				
		<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>																			
<b>Pantalla acústica</b> 	NCR superior a 0.8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
	Resistencia 525 kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
	Resistente a la corrosión y humedad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
	Resistente al calor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
	Materiales ligeros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
	Facilidad de montaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
<b>Gráfica de atenuación - Fabricante</b>		<b>Bandas de Octavas registradas</b>																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>31.5 HZ</th> <th>63 HZ</th> <th>125 HZ</th> <th>250 HZ</th> <th>500 HZ</th> <th>1000 HZ</th> <th>2000 HZ</th> <th>4000 HZ</th> <th>8000 HZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.44</td> <td>43.69</td> <td>51.27</td> <td>66.66</td> <td>76.01</td> <td>78.39</td> <td>82.13</td> <td>84.58</td> <td>81.71</td> </tr> </tbody> </table>			31.5 HZ	63 HZ	125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ	8000 HZ	16.44	43.69	51.27	66.66	76.01	78.39	82.13	84.58	81.71
31.5 HZ	63 HZ	125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ	8000 HZ														
16.44	43.69	51.27	66.66	76.01	78.39	82.13	84.58	81.71														
		<p>Donde <math>L_{paeq} = 90.70 \text{ db (A)}</math></p> $\Delta L = L_{p,d} - L'_{p,d}$ $\Delta L = 90.70 \text{ db (A)} - 14 \text{ db}$ $\Delta L = 76.70 \text{ dB}$																				

	<b>PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN Y ENTREGA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA</b>	<b>CÓDIGO</b>
		PR - 03

## Objetivo

El objetivo del procedimiento de selección y entrega de equipos de protección auditiva en la empresa TABSA es garantizar la adecuada identificación, elección, provisión y entrega de dispositivos de protección auditiva a los trabajadores, en concordancia con los riesgos específicos de ruido presentes en su entorno laboral. Este procedimiento tiene como finalidad primordial salvaguardar la salud auditiva de los empleados, cumpliendo con las normativas y estándares de seguridad ocupacional vigentes.

## Alcance

El alcance del procedimiento de selección y entrega de equipos de protección auditiva en la empresa TABSA se enfoca en cubrir de manera integral los puestos de trabajo específicos, tales como corte, esmerilado, doblado y soldadura. Este procedimiento abarca desde la identificación de las necesidades de protección auditiva en cada área hasta la selección precisa de los equipos más adecuados para mitigar la exposición al ruido.

## Definiciones

- **Selección:** Proceso detallado para elegir cuidadosamente los dispositivos de protección auditiva más adecuados en función de los niveles de ruido presentes en cada entorno laboral.
- **Entrega:** Etapa operativa del proceso que involucra la distribución de los equipos de protección auditiva seleccionados a los trabajadores.
- **Equipos de protección auditiva:** Dispositivos diseñados para salvaguardar la audición de los empleados en ambientes laborales ruidosos, como tapones para oídos, protectores tipo orejera, entre otros.
- **Salud auditiva:** Estado y cuidado de la capacidad auditiva de los colaboradores, fundamental para su bienestar y calidad de vida.

- **Riesgos laborales:** Condiciones o situaciones en el entorno de trabajo que podrían causar daños o afectar la salud de los empleados, incluyendo riesgos asociados al ruido.
- **Identificación de riesgos auditivos:** Proceso para reconocer y evaluar los peligros potenciales para la audición de los trabajadores en un lugar de trabajo determinado.
- **Normativas de seguridad:** Directrices, leyes o estándares establecidos por las autoridades competentes que regulan y exigen la protección y seguridad auditiva en entornos laborales.
- **Capacitación:** Formación impartida a los empleados sobre el correcto uso, colocación, cuidado y mantenimiento de los dispositivos de protección auditiva.
- **Evaluación de efectividad:** Proceso de revisión continua para verificar la adecuada funcionalidad y eficacia de los dispositivos de protección auditiva entregados.
- **Supervisión:** Acción de control y seguimiento para garantizar que los trabajadores utilicen de manera correcta y constante los dispositivos de protección auditiva.
- **Cumplimiento regulatorio:** Adhesión estricta a las normativas y estándares de seguridad auditiva establecidos por las leyes y regulaciones pertinentes.
- **Ambientes laborales ruidosos:** Lugares de trabajo con elevados niveles de ruido que pueden afectar la audición de los empleados.
- **Mantenimiento preventivo:** Acciones y cuidados periódicos destinados a garantizar el funcionamiento adecuado y la durabilidad de los dispositivos de protección auditiva.



## **Responsabilidades**

### **Representante legal:**

- Asegurar el acatamiento de las normativas y leyes pertinentes asociadas con la elección y suministro de dispositivos de protección auditiva.
- Asignar presupuesto y recursos para la adquisición de los equipos necesarios.
- Supervisar que se sigan los estándares legales y las normativas en cuanto a la calidad y adecuación de los dispositivos de protección auditiva.

### **Responsable de seguridad y salud ocupacional:**

- Identificar las necesidades específicas de protección auditiva para cada área de trabajo en función de la exposición al ruido.
- Coordinar la evaluación de riesgos auditivos y determinar los tipos de equipos de protección auditiva requeridos para cada situación laboral.
- Capacitar a los trabajadores sobre el uso adecuado y mantenimiento de los equipos de protección auditiva seleccionados.

### **Trabajadores:**

- Participar activamente en sesiones informativas o capacitaciones sobre la selección y el correcto uso de los dispositivos de protección auditiva.
- Colaborar con el responsable de seguridad en la identificación de necesidades y problemas específicos relacionados con la protección auditiva en su entorno laboral.
- Utilizar correctamente los dispositivos de protección auditiva proporcionados y reportar cualquier problema o inquietud al responsable de seguridad.

## Metodología

### Identificación de puestos de trabajo

La identificación de puestos de trabajo en áreas como corte, esmerilado, doblado y soldadura involucra la evaluación minuciosa de las tareas realizadas en cada una de estas áreas, así como la comprensión de los riesgos específicos para la audición de los trabajadores. A continuación, se detallan las características de la identificación de puestos de trabajo en estas áreas:

- **Corte:** En esta área, se identifican puestos donde se utilizan herramientas como sierras, máquinas de corte láser o dispositivos similares que generan niveles significativos de ruido. Los operadores de estas máquinas, así como los trabajadores cercanos a estas áreas de operación, son identificados como puestos de trabajo de riesgo auditivo.
- **Esmerilado:** Se identifican aquellos puestos donde se realizan actividades de esmerilado, lijado o pulido que generan ruido considerable. Los operadores de las máquinas de esmerilado, así como los trabajadores en áreas cercanas a estas actividades, se consideran expuestos a riesgos auditivos.
- **Doblado:** En esta área se identifican los puestos donde se realizan tareas de doblado de materiales metálicos u otros, utilizando maquinaria que puede generar ruido. Los trabajadores que operan estas máquinas y aquellos que trabajan en áreas adyacentes son considerados como puestos de riesgo auditivo.
- **Soldadura:** Se identifican los puestos involucrados en actividades de soldadura, donde el uso de equipos de soldadura eléctrica, por arco o similares, produce niveles elevados de ruido. Los soldadores y otros trabajadores que se desempeñan cerca de estas zonas son identificados como puestos de riesgo auditivo.

La identificación de estos puestos implica no solo reconocer las actividades que generan altos niveles de ruido, sino también identificar a los trabajadores expuestos directa o indirectamente a estos niveles de ruido. Esto es esencial para implementar

medidas de protección auditiva adecuadas y específicas para cada puesto de trabajo en estas áreas, garantizando así la salud auditiva de los empleados.

### **Selección de equipos de protección personal**

El objetivo de realizar el cálculo es obtener la protección proporcionada por un dispositivo de protección auditiva, también conocido como la reducción anticipada del nivel de ruido (PNR), y el índice efectivo del nivel de presión sonora ponderado A (LA'), al utilizar dicho protector en un entorno con un nivel de presión sonora LA [45]. La relación entre estos parámetros se expresa de la siguiente manera [45]:

$$PNR = LA - LA' \quad (1)$$

Por otro lado, se establecen los siguientes parámetros relacionados con el protector auditivo:

- Atenuación en alta frecuencia (H): el valor de PNR cuando la discrepancia entre los niveles de presión sonora es  $L_C - L_A = -2 \text{ dB}$  [45].
- Atenuación en media frecuencia (M): cuando la discrepancia entre los niveles de presión sonora es  $L_C - L_A = +2 \text{ dB}$  [45].
- Atenuación en baja frecuencia (L): cuando la discrepancia entre los niveles de presión sonora es  $L_C - L_A = +10 \text{ dB}$  [45].
- Índice de reducción único (SNR): hace referencia a la cantidad que se resta del nivel de presión sonora ponderado C ( $L_C$ ) con el propósito de estimar el nivel de presión sonora efectiva ponderado A (LA') [45].
- Protección asumida ( $APV_f$ ) de un protector: es un valor, por banda de octava, obtenido restando la desviación típica ( $\sigma$ ) de los ensayos de laboratorio del valor medio de atenuación por banda de octava ( $mf$ ) en distintas pruebas [45].

$$APV_f = mf - \sigma \quad (2)$$

La atenuación calculada de  $APV_f$  representa la reducción del ruido que estará disponible con una probabilidad del 84%, es decir, la atenuación que experimentarán 84 de cada 100 personas que lo utilicen. Para mejorar la eficacia de la atenuación al 95%, se empleará la fórmula  $APV_f = mf - 1,64 \sigma$ . Se proporcionan otros valores de eficacia de atenuación en la Tabla 66 [45].

Tabla 66. Eficacia de protección %

Eficacia de protección (%)	Protección asumida (dB)
75	$APV_f = mf - 0,67 \sigma$
80	$APV_f = mf - 0,84 \sigma$
84	$APV_f = mf - 1,00 \sigma$
85	$APV_f = mf - 1,04 \sigma$
90	$APV_f = mf - 1,28 \sigma$
95	$APV_f = mf - 1,64 \sigma$
99,5	$APV_f = mf - 2,58 \sigma$

Es crucial tener conocimiento del porcentaje de eficacia, ya que afecta directamente el cálculo de valores como PNR, H, M, L y SNR. La eficacia generalmente se establece en un 84%, a menos que se indique lo contrario. La información proporcionada en los folletos de protectores auditivos incluye datos como H, M, L, SNR y  $APV_f$  para frecuencias entre 63 y 8000 Hz. Los valores de H, M y L se derivan del rendimiento del protector auditivo en ocho espectros de ruido normalizados. El índice de ruido único (SNR) se calcula a partir del efecto de protección asumida y no está sujeto al entorno de ruido [45].

### Método de las bandas de octava

Es necesario tener información sobre los niveles de presión sonora en bandas de octava del ruido ambiental, ya que este método es considerado el más confiable. Al utilizar un protector auditivo, se calcula el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (LA') con la expresión siguiente [45]:

$$LA' = 10 \log \sum_{63 \text{ Hz}}^{8000 \text{ Hz}} 10^{0,1(L_f + A_f - APV_f)} \quad (3)$$

**Donde:**  $A_f$  es la ponderación A en cada octava y  $L_f$  el nivel de presión sonora por octava, sin ponderar. El valor de  $LA'$  debe redondearse al entero más próximo [45].

### Ejemplo

Se busca determinar el valor ponderado A del nivel de presión sonora efectivo en un entorno laboral al emplear un protector auditivo específico. La información sobre el nivel de presión sonora por bandas de octava del ruido ambiental y las propiedades de atenuación del protector se detallan en la Tabla 67 y Tabla 68 [45]:

Tabla 67. Espectro de frecuencias en bandas de octava del ruido en cuestión

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_f$ (dB)	85	85	87	90	90	85	82	78

Tabla 68. Datos de atenuación del protector (datos del fabricante)

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
mf	24,9	25,4	25,9	27,8	28,3	33,2	30,9	40,2
$\sigma$	6,4	6,1	3,8	2,5	3,4	4,9	5,2	4,9

$H = 27$  dB,  $M = 25$  dB,  $L = 23$  dB y  $SNR = 28$  dB.

Se determina el  $APV_f$  utilizando la fórmula (2) indicada en la Tabla 69, donde se ha seleccionado una eficacia de protección del 84% [45].

Tabla 69. Cálculo de atenuación del protector

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
mf	24,9	25,4	25,9	27,8	28,3	33,2	30,9	40,2
$\sigma$	6,4	6,1	3,8	2,5	3,4	4,9	5,2	4,9
$APV_f$	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3

Luego, se procede a aplicar la ponderación A (según la fila 2 en la Tabla 70) al nivel de presión sonora en cada octava (indicado en la fila 1). A continuación, se sustraen los valores de la protección asumida, también de manera vertical (fila 4). Los resultados obtenidos por octava se suman de manera horizontal mediante una suma logarítmica. El producto final corresponde al nivel de presión sonora efectivo, ponderado A (se encuentra en la fila 5 al final) [45].

Además, al realizar una suma horizontal logarítmica, el cálculo de la suma logarítmica se realiza de la siguiente manera [45]:

$$LA' = 10 \log \sum_{63 \text{ Hz}}^{8000 \text{ Hz}} 10^{0,1(L_f)} \quad (4)$$

Los resultados indican que, en el entorno laboral, el nivel de presión sonora no ponderado alcanza los 96 dB, y considerando el espectro de frecuencias mencionado, el nivel de presión sonora ponderado A se encuentra en 93 dBA. Se utiliza un dispositivo de protección auditiva que disminuye el nivel de presión sonora efectivo ponderado A a  $LA = 68 \text{ dBA}$ , con una probabilidad del 84%. En otras palabras, se anticipa una reducción pronosticada del nivel de ruido de PNR84  $LA - LA' = 25 \text{ dBA}$  en 84 de cada 100 ocasiones de uso [45].

Tabla 70. Cálculo del nivel de presión sonora efectivo.

Fila	Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	global
1	Lf	85	85	87	90	90	85	82	78	L = 96 dB
2	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
3	LA	58,8	68,9	78,4	86,8	90	86,2	83	76,9	LA = 93 dBA
4	APVf	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3	
5	LA'	40,3	49,6	56,3	61,5	65,1	57,9	57,3	41,6	LA' = 68 dBA

Los valores de LA se representan gráficamente, los APV<sub>f</sub> y LA' en la Figura 52.

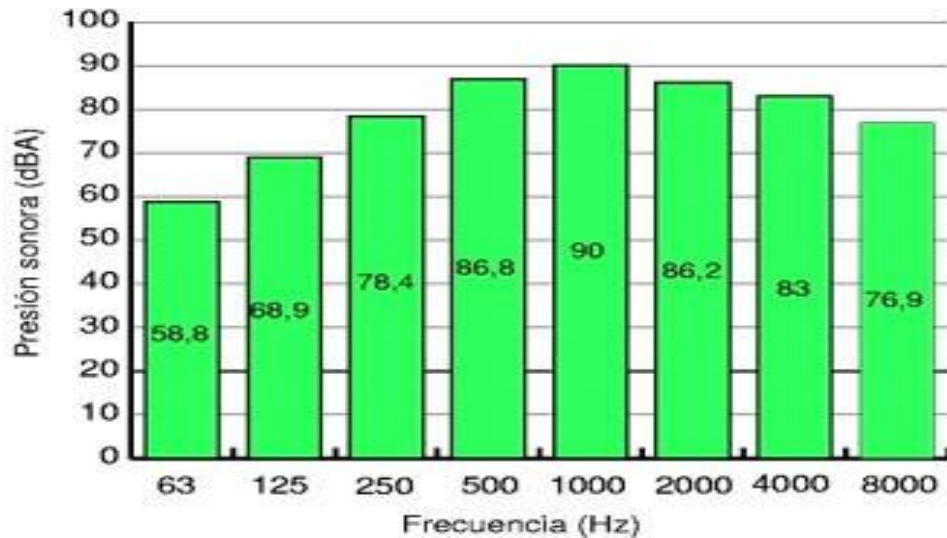


Figura 52. Espectro de frecuencias de ruido (incluyendo la ponderación A) y la atenuación del protector auditivo

### Método de H, M y L

Para llevar a cabo este procedimiento, es necesario tener información sobre los valores ponderados A y C de la presión acústica, así como los valores H, M y L del dispositivo de protección auditiva. La determinación del valor de PNR se realiza al evaluar la discrepancia entre  $L_C$  y  $L_A$  de la siguiente forma: Si la diferencia  $L_C - L_A \leq 2 \text{ dB}$ , se aplica la expresión (5); en caso de que  $L_C - L_A \geq 2 \text{ dB}$ , se utiliza la expresión (6) [45].

$$PNR = M - 4 (L_C - L_A - 2)$$

$$PNR = M - \frac{M - L}{8} (L_C - L_A - 2)$$

Es necesario aproximar el valor obtenido de  $L_A'$  al número entero más cercano. En lugar de utilizar  $L_C$ , se puede emplear el nivel de presión acústica no ponderado.

### Cálculo de selección de equipo de protección personal

Siguiendo la metodología de cálculo recomendada por la NTP 638, se desarrolla un cálculo aplicativo, en el puesto de trabajo de soldadura, además se elaboró un registro con todos los cálculos programados para la selección del equipo de protección

personal, ver **Anexo 1: T-PR-RSE-01: Registro de selección de equipos de protección personal**; tomando en cuenta la siguiente tabla de datos:

### **1. Selección del equipo auditivo**

Características del tapón auditivo: Libre Mantenimiento **3M™ TAPONES E-A-R™ ULTRAFIT™**

#### **Datos del equipo de protección auditivo:**

Índice de reducción único (SNR): 32 dB(A).

Atenuación Alta (H): 33 dB(A); Media (M): 28 dB(A); Baja (L): 25 dB(A).



Figura 53. Tapones auditivos

Estos tapones son duraderos, fáciles de colocar y reutilizables para reducir la producción de residuos. Se pueden limpiar fácilmente con agua y jabón. Además, no hay que comprimirlos para ajustarlos; basta con meterlos en los oídos para reducir el ruido de forma limpia y cómoda. Cada par incluye un cordón reutilizable con punta que se puede quitar y poner para usar los tapones de manera flexible, con o sin él.

Características de orejera para atenuación de ruido: **3M™ PELTOR™ Optime™ Orejeras I**

#### **Datos del equipo de protección auditivo:**

Índice de reducción único (SNR): 27 dB(A).

Atenuación Alta (H): 32 dB(A); Media (M): 25dB (A); Baja (L): 15dB (A).





Figura 54. Orejeras – protección auditiva

Son ideales para usos tanto esporádicos como prolongados. Las almohadillas, anchas y confortables, están rellenas con una combinación única de líquido y espuma que sella de manera óptima con baja presión de contacto. Son especialmente adecuados para ambientes con niveles moderados de ruido industrial, como talleres, carpinterías metálicas e imprentas, pero también se recomienda su uso en exteriores.

## 2. Cálculo de la reducción predicha del nivel de ruido (PNR)

Datos para el cálculo respectivo:

Tabla 71. EPP Tabla de atenuación tapones auditivos

EPP TABLA DE ATENUACIÓN: TAPONES AUDITIVOS								
F HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	29,20	29,40	29,40	32,20	32,30	36,10	44,30	44,80
sf (dB)	6,00	7,40	6,60	5,30	5,00	3,20	6,00	6,40
APV (dB)	23,20	22,00	22,80	26,90	27,30	32,90	38,30	38,40

$$APV (dB) = Mf (dB) - sf (dB)$$

$$APV (dB) = 29,20 - 6,00$$

$$APV (dB) = 23,20$$

Tabla 72. EPP Tabla de atenuación orejeras

EPP TABLA DE ATENUACIÓN: OREJERA								
F HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)		11,40	18,70	27,50	32,90	33,60	36,60	35,90
sf (dB)		4,10	3,60	2,50	2,70	3,40	2,70	3,70
APV (dB)	0,00	7,30	15,10	25,00	30,20	30,20	33,90	32,20

$$APV (dB) = Mf (dB) - sf (dB)$$

$$APV (dB) = 11,40 - 4,10$$

$$APV (dB) = 7,30$$

Tabla 73. Frecuencias de medida de mayor exposición al ruido vs tapón auditivo

TABLA DE FRECUENCIAS DE MEDIDA DE MAYOR EXPOSICIÓN AL RUIDO VS TAPON AUDITIVO									
F HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	GLOBAL
Lpaeq dB(A)	50,64	58,40	70,40	79,50	77,85	70,20	62,13	57,80	82
PONDERACION A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
LA Atenuación	24,44	42,3	61,8	76,3	77,85	71,4	63,13	56,7	81
APVF	23,20	22,00	22,80	26,90	27,30	32,90	38,30	38,40	
LA'	1,24	20,30	39,00	49,40	50,55	38,50	24,83	18,30	53

Tabla 74. Frecuencias de medida de mayor exposición al ruido vs orejera

TABLA DE FRECUENCIAS DE MEDIDA DE MAYOR EXPOSICIÓN AL RUIDO VS OREJERA									
F HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	GLOBAL
Lpaeq dB(A)		58,40	70,40	79,50	77,85	70,20	62,13	57,80	82
PONDERACION A		-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
LA Atenuación		42,3	61,8	76,3	77,85	71,4	63,13	56,7	81
APVF		7,30	15,10	25,00	30,20	30,20	33,90	32,20	
LA'		35,00	46,70	51,30	47,65	41,20	29,23	24,50	54

Cálculo de la atenuación LA, tapón auditivo:

$$LA = Ponderación - Laeq \text{ dB (A)}$$

$$LA = 50,64 - 26,20$$

$$LA (dB) = 24,44$$

Cálculo de la atenuación  $LA'$ , tapón auditivo:

$$LA' = LA - APVF$$

$$LA' = 24,44 - 23,20$$

$$LA'(dB) = 1,24$$

Cálculo de la atenuación  $LA$ , orejera:

$$LA = \text{Ponderación} - Laeq \text{ dB (A)}$$

$$LA = 58,40 - 16,10$$

$$LA (dB) = 42,30$$

Cálculo de la atenuación  $LA'$ , orejera

$$LA' = LA - APVF$$

$$LA' = 42,30 - 7,30$$

$$LA' (dB) = 35,00$$

**Conclusión:** Por la actividad de supervisión se recomienda el uso de tapones auditivos de libre mantenimiento para una atenuación de fondo de 81.0 dB e impacto acústico en el oído de 53 dB (A).

## **Entrega y asignación de equipo de protección personal para ruido industrial**

La "Entrega y asignación de equipo de protección personal para ruido industrial" se refiere al proceso de proporcionar y distribuir los equipos de protección personal (EPP) específicamente diseñados para proteger a los trabajadores del ruido en sus entornos laborales. Este proceso implica entregar a cada trabajador el equipo necesario, como protectores auditivos o cualquier otro dispositivo de protección contra el ruido, y asignarlo de manera individual según las necesidades de protección auditiva de cada persona en función de su área de trabajo y niveles de exposición al ruido.

Para ello se elaboró un registro de entrega y asignación de equipo de protección personal para ruido industrial que incluye información detallada sobre cada trabajador y los equipos proporcionados. Este registro contiene, ver **Anexo 2: T-PR-REPP-01: Registro de Entrega de equipos de protección personal.**

- **Datos del trabajador:** Nombre completo, número de identificación, departamento o área de trabajo, fecha de entrega del EPP.
- **Descripción del EPP asignado:** Tipo de protector auditivo u otros dispositivos específicos, número de serie o identificación del equipo, fecha de adquisición, fecha de asignación al trabajador.
- **Especificaciones del EPP:** Detalles sobre el modelo, marca, nivel de protección, instrucciones de uso, normativas o estándares a los que cumple el equipo.
- **Capacitación:** Registro de la capacitación proporcionada al trabajador sobre el uso correcto del EPP, incluyendo fecha y contenido de la capacitación.
- **Firmas:** Firma del trabajador que recibió el EPP y, si es necesario, la firma del supervisor o encargado de la entrega.

## **Entrenamiento y capacitación**

Para colocarse la protección para el ruido industrial requiere seguir estos pasos, ver Figura 55:

1. Limpieza de manos y orejas: Asegúrate de que tus manos estén limpias para evitar contaminar los protectores auditivos. Si es necesario, limpia tus orejas también.
2. Escoge el tipo de protector auditivo: Selecciona el tipo de protección auditiva que te hayan asignado: tapones para los oídos o protectores auditivos tipo orejera.
3. Colocación de tapones para los oídos:
  - Presionar y enrollar: Si son tapones de espuma, enróllalos entre tus dedos limpios para compactarlos.
  - Tirar la oreja hacia arriba y atrás: Esto abre el canal auditivo para facilitar la inserción del tapón.
  - Insertar: Inserta suavemente el tapón en el canal auditivo hasta que quede bien ajustado y cómodo.
4. Colocación de protectores auditivos tipo orejera:
  - Ajuste: Asegúrate de que las orejeras estén limpias y ajusta la banda superior por encima de la cabeza y la inferior debajo de la barbilla.
  - Verificación de sellado: Asegúrate de que las orejeras cubran completamente las orejas y que haya un buen sellado alrededor de las mismas.
  - Verificación del sellado: Para cualquier tipo de protección auditiva, verifica que haya un sellado adecuado y cómodo. Si es necesario, ajusta o reajusta el protector para obtener un sellado efectivo.
  - Confirmación de la colocación correcta: Realiza una verificación final para asegurarte de que estén correctamente colocados y cómodos antes de entrar a áreas ruidosas.

- Capacitación y revisión: Siempre es útil recibir capacitación adecuada y repasar regularmente la forma correcta de colocar los protectores auditivos para asegurar una protección efectiva.



Figura 55. Colocación de la protección auditiva para el ruido industrial

### **Monitoreo y evaluación continua**

En el marco de la monitorización y evaluación continua, se establece la programación anual de estudios de ruido laboral. Estos análisis serán llevados a cabo por empresas debidamente certificadas ante el Sistema de Acreditación Ecuatoriano (SAE) o aquellas que cumplan con los rigurosos parámetros de ensayo estipulados bajo la norma ISO 17025. Estos estándares aseguran la calidad y precisión de las mediciones, garantizando que se ajusten a los criterios especificados por la norma ISO 9612, referente a las estrategias de medición acústica en entornos laborales industriales.

El propósito principal de esta evaluación anual es realizar un monitoreo minucioso y riguroso de los niveles de ruido en el entorno de trabajo, con el fin de implementar medidas preventivas o correctivas necesarias para asegurar la salud auditiva y la seguridad de los empleados.

### **Referencia Normativa**

- “Decreto Ejecutivo 2393: Art. 55.- establece disposiciones específicas para la protección auditiva de los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido en sus entornos laborales. En él se detallan las obligaciones de los empleadores para proporcionar y garantizar el uso adecuado de equipos de protección personal, como tapones para los oídos o protectores auditivos, a los empleados

que estén expuestos a niveles de ruido superiores a los límites establecidos por la normativa” [16].

- La NTP 638, esta Nota Técnica Española se centra en la prevención de riesgos laborales vinculados a la exposición al ruido en los lugares de trabajo. Su enfoque principal radica en establecer métodos para la elección de dispositivos de protección auditiva [45].
- La norma ISO 17025 detalla los estándares que los laboratorios deben cumplir para asegurar la precisión, exactitud, fiabilidad y trazabilidad de sus resultados [50].
- La norma ISO 9612 está relacionada con la evaluación de la exposición ocupacional al ruido. Esta norma describe los procedimientos y las estrategias para medir la exposición de los trabajadores al ruido en entornos laborales. Define métodos de muestreo, equipos de medición, criterios para la evaluación de la exposición al ruido, así como pautas para informar y documentar los resultados [19].

## Indicadores

Tabla 75. Indicadores del procedimiento de selección y entrega de equipos de protección auditiva

Nombre del Indicador	Fórmula	Unidad	Descripción
Cumplimiento de Entrega de EPP	$\frac{\text{Número de EPP entregados}}{\text{Número total EPP solicitados}} \times 100$	Porcentaje	Mide la eficacia en la entrega de los equipos solicitados por los trabajadores, ayudando a evaluar si se están cumpliendo las necesidades de protección auditiva.

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>
Uso de EPP	$\frac{\text{Número de trabajadores que usan EPP}}{\text{Número total de trabajadores}} \times 100$	Porcentaje	Determina la proporción de empleados que utilizan los equipos proporcionados, lo que refleja la aceptación y aplicación efectiva de los dispositivos de protección auditiva.
Eficiencia de capacitación	$\frac{\text{Número empleados capacitados en uso de EPP}}{\text{Número total de empleados}} \times 100$	Porcentaje	Mide el porcentaje de trabajadores que han recibido capacitación adecuada sobre el uso correcto de la protección auditiva.

### Lista de documentos

Tabla 76. Lista de documentos

<b>N°</b>	<b>Referencia</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
1	Anexo 1	T-PR-RSE-01	Registro de selección de equipos de protección personal
2	Anexo 2	T-PR-REPP-01	Registro de entrega de equipos de protección personal

Elaborado por: Investigadora UTA	Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA	Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA
-------------------------------------	--	--



## Anexo 1: T-PR-RSE-01: Registro de selección de equipos de protección personal

2. REGISTRO DE NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO								
LA,eq,T,m dB(A)			LA,eq,d,m dB (A)			Tipo de control		
3. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL MEDIANTE BANDAS DE FRECUENCIA								
<p>Características del tapón auditivo: Libre Mantenimiento 3M™ TAPONES E-A-R™ ULTRAFIT™: SNR = 32 dB, H = 33 dB, M = 28 dB, L = 25 dB                      Estos tapones son duraderos, fáciles de colocar y reutilizables para reducir la producción de residuos. Se pueden limpiar fácilmente con agua y jabón. Además, no hay que comprimirlos para ajustarlos; basta con meterlos en los oídos para reducir el ruido de forma limpia y cómoda. Cada par incluye un cordón reutilizable con punta que se puede quitar y poner para usar los tapones de manera flexible, con o sin él.</p> <p>Características de Orejera para atenuación de ruido: Orejeras 3M™ PELTOR™: SNR: 27 dB                      Son ideales para usos tanto esporádicos como prolongados. Las almohadillas, anchas y confortables, están rellenas con una combinación única de líquido y espuma que sella de manera óptima con baja presión de contacto. Son ideales para entornos con ruido industrial moderado, como talleres, carpinterías metálicas e imprentas, pero también se recomienda su uso en exteriores.</p>								
EPP TABLA DE ATENUACIÓN TAPONES AUDITIVOS								
F HZ								
Mf (dB)								
sf (dB)								
APV (dB)								
								
EPP TABLA DE ATENUACIÓN: OREJERA								
F HZ								
Mf (dB)								
sf (dB)								
APV (dB)								
								
TABLA DE FRECUENCIAS DE MEDIDA DE MAYOR EXPOSICIÓN AL RUIDO VS TAPON AUDITIVO								
F HZ								GLOBAL
Lpaeq dB(A)								
PONDERACION A								
LA Atenuación								
APVF								
LA'								
TABLA DE FRECUENCIAS DE MEDIDA DE MAYOR EXPOSICIÓN AL RUIDO VS OREJERA								
F HZ								GLOBAL
Lpaeq dB(A)								
PONDERACION A								
LA Atenuación								
APVF								
LA'								
Conclusión								
Elaborado por:			Revisado por:			Aprobado por:		

**Anexo 2: T-PR-REPP-01: Registro de entrega de equipos de protección personal**

REGISTRO DE ENTREGA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL							
Fecha:							
Responsable de entrega:							
Área de trabajo:							
N°	Nombre del trabajador	Cargo - Puesto	EPI entregado	Fecha de entrega	Condición del EPI (Nuevo – usado)	Firma del trabajador	Observaciones (Norma del EPI)
Elaborado por: Investigadora UTA		Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA		Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA			

	<b>PROCEDIMIENTO DE VIGILANCIA A LA SALUD</b>	CÓDIGO
		PR - 04

### Objetivo

El propósito del procedimiento de monitoreo de la salud en entornos con ruido industrial en la empresa TABSA es supervisar y evaluar el impacto del ruido en la salud auditiva de los empleados expuestos. Esto implica la detección de posibles efectos negativos en la audición, la identificación de riesgos y la prevención de enfermedades auditivas a través de la realización de exámenes audiométricos periódicos. Además, busca establecer medidas preventivas, como el uso adecuado de equipos de protección auditiva y la implementación de controles de ruido, con el objetivo de salvaguardar la salud auditiva de los trabajadores en el entorno laboral.

### Alcance

El alcance del procedimiento de vigilancia de la salud por ruido industrial en TABSA, enfocado en las áreas de corte, esmerilado, doblado y soldadura, abarca la evaluación sistemática de los riesgos auditivos presentes en estos entornos laborales. Esto incluye la medición y seguimiento de los niveles de ruido, la realización de exámenes auditivos periódicos para los empleados expuestos.

### Definiciones

- **Procedimiento de vigilancia de la salud:** Conjunto de acciones y protocolos sistemáticos diseñados para evaluar y monitorear la salud de los colaboradores expuestos al ruido industrial.
- **Exposición al ruido industrial:** Contacto laboral con niveles de ruido que pueden ser perjudiciales para la audición y la salud en general de los trabajadores.
- **Evaluación de riesgos auditivos:** Proceso de identificación y análisis de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en el ambiente laboral.

- **Niveles de ruido:** Medida cuantitativa del sonido presente en un entorno, expresada en decibeles (dB).
- **Exámenes audiométricos:** Pruebas realizadas para evaluar la capacidad auditiva de un individuo y detectar posibles alteraciones causadas por la exposición al ruido.
- **Nivel de presión sonora (LPS):** Medida física del sonido que describe la intensidad percibida por el oído humano.
- **Protección auditiva:** Tapones auditivos o dispositivos de protección diseñados para disminuir la exposición al ruido y salvaguardar la capacidad auditiva.
- **Ruido industrial:** Ruido indeseado o molesto que está presente en ambientes laborales y puede ocasionar perjuicios en la audición y la salud.
- **Registró individualizado:** Documentación detallada y específica de la salud auditiva de cada trabajador, incluyendo resultados de exámenes y seguimientos.
- **Capacitación en protección auditiva:** Instrucción proporcionada a los trabajadores sobre el uso adecuado de protectores auditivos y medidas preventivas para evitar daños auditivos.
- **Medidas correctivas:** Acciones tomadas para corregir deficiencias o problemas identificados en la exposición al ruido y su efecto en la salud auditiva.
- **Medidas preventivas:** Acciones anticipadas dirigidas a reducir o eliminar los riesgos potenciales asociados con la exposición al ruido.
- **Efectos adversos en la audición:** Daños, alteraciones o pérdida causada por la exposición prolongada al ruido industrial.
- **Monitoreo continuo:** Supervisión constante y regular de los niveles de ruido y la salud auditiva de los trabajadores expuestos.

- **Evaluación periódica:** Revisiones planificadas y recurrentes para valorar la efectividad de las medidas de protección auditiva y ajustarlas según sea necesario.

## **Responsabilidades**

### **Representante legal:**

- Resguardar que se cumplan las normativas y regulaciones actuales relacionadas con la salud ocupacional y la gestión del ruido en el entorno laboral.
- Proporcionar los recursos necesarios para implementar y mantener el programa de monitoreo de la salud auditiva.
- Garantizar la disponibilidad de equipos de protección auditiva y otras herramientas necesarias para disminuir la exposición al ruido

### **Responsable de seguridad y salud ocupacional:**

- Monitorear la ejecución del protocolo de control de la salud auditiva en las áreas de corte, esmerilado, doblado y soldadura.
- Coordinar la ejecución de evaluaciones de riesgos auditivos y exámenes audiométricos periódicos para los empleados expuestos.
- Capacitar a los trabajadores acerca de la apropiada utilización de dispositivos de protección auditiva y medidas preventivas para reducir el impacto del ruido.

### **Trabajadores:**

- Utilizar correctamente los equipos de protección auditiva proporcionados según las indicaciones y capacitaciones recibidas.
- Participar activamente en los exámenes audiométricos y en la evaluación de riesgos auditivos.

- Informar a sus superiores sobre cualquier problema o deficiencia en la protección auditiva o sobre la existencia de niveles de ruido excesivos en su entorno laboral.

## **Metodología**

### **Establecimiento del Programa de Seguimiento Médico**

En la empresa TABSA y sus áreas de corte, esmerilado, doblado y soldadura, el establecimiento del Programa de Seguimiento Médico para el control del ruido incluye:

- Identificación de los trabajadores expuestos al ruido: Se realizaría un análisis exhaustivo en cada área para reconocer a aquellos trabajadores que enfrentan niveles de ruido que podrían afectar negativamente su capacidad auditiva. Se considerarían las actividades específicas realizadas en cada área para determinar qué trabajadores están en contacto directo con altos niveles de ruido durante sus tareas laborales.
- Definición de la frecuencia de los exámenes médicos: Una vez identificados los trabajadores expuestos, se establecería un calendario de exámenes médicos. Esto se haría de acuerdo con las regulaciones pertinentes y la evaluación de riesgos específicos de cada área. Por ejemplo, podrían llevarse a cabo exámenes auditivos regulares (audiometrías) con una periodicidad determinada, que variaría según el grado de exposición al ruido de cada empleado en las áreas de corte, esmerilado, doblado y soldadura. Esta frecuencia se ajustaría para monitorear y preservar la salud auditiva de los empleados de manera óptima, adaptándose a las necesidades individuales y a los estándares de salud ocupacional.

Para ello, se elaboró el registro: **Anexo1: T-PR-RPSM-01: Programa de seguimiento médico**, que proporciona una vista general de los trabajadores expuestos al ruido en cada área específica de la empresa. Incluye detalles como el número de empleado, el área de trabajo correspondiente, el nivel de exposición al ruido medido en decibeles (dB) y la frecuencia programada para los exámenes médicos de cada

empleado en función de su nivel de exposición al ruido. Esta tabla permitiría mantener un seguimiento adecuado del programa, asegurando que cada trabajador reciba los exámenes médicos de acuerdo con los estándares y las necesidades específicas de su área laboral.

### **Realización de audiometrías y exámenes auditivos**

Para la empresa TABSA en sus subprocesos de corte, esmerilado, doblado y soldadura, la realización de audiometrías y exámenes auditivos constituye un procedimiento esencial para evaluar la salud auditiva de sus trabajadores:

- Programación de audiometrías: Se establecería un programa de audiometrías periódicas para los trabajadores expuestos al ruido en cada área. Por ejemplo, los empleados en áreas con altos niveles de ruido como soldadura podrían someterse a audiometrías más frecuentes, quizás cada seis meses o anualmente, mientras que aquellos en áreas con niveles de ruido moderados, como doblado, podrían realizarse audiometrías cada año o dos años. Esta programación garantizaría una evaluación regular de la función auditiva y permitiría detectar posibles cambios o deterioros auditivos de manera oportuna.
- Frecuencia y parámetros de medición relevantes: La frecuencia de las pruebas se determinaría considerando la exposición al ruido de cada trabajador. Los parámetros de medición relevantes incluirían la capacidad auditiva en diferentes frecuencias, generalmente de 500 Hz a 8000 Hz, y se registrarían los niveles de audición en decibeles (dB) para cada frecuencia. Estos datos ayudarían a identificar cualquier pérdida auditiva y establecerían patrones de cambios en la función auditiva de los trabajadores a lo largo del tiempo, permitiendo intervenciones preventivas o correctivas según sea necesario.

Para ello, se elaboró un registro, ver **Anexo 2: T-PR-RAEA-01: Registro de audiometrías y exámenes auditivos**, en el que se incluyen detalles como el número de empleado, el área de trabajo correspondiente, la frecuencia programada para las audiometrías, el rango de frecuencias auditivas evaluadas durante la prueba y los resultados más recientes de la última audiometría realizada para cada trabajador. Estos datos proporcionan una visión general de la programación de las audiometrías y la

condición auditiva actual de los empleados en diferentes áreas de la empresa, permitiendo un seguimiento adecuado de la salud auditiva de cada trabajador y la detección temprana de posibles problemas auditivos.

## Evaluación y registro de resultados

### Interpretación audiométrica tonal

Existen tres categorías de pérdida auditiva que deben considerarse, cada una con gráficos distintivos: la sordera de conducción, también conocida como sordera de transmisión, afectan la parte externa y media del oído; la sordera de percepción, también denominada neurosensorial, afectan la parte interna del oído, las vías o los centros auditivos; y las sorderas mixtas, que presentan lesiones en ambas áreas del oído, predominando la transmisión o la percepción dependiendo de la afectación en mayor o menor medida del oído externo, medio, interno, o de las vías y centros auditivos. En el caso de las sorderas de transmisión, la curva en la vía aérea muestra un descenso total o parcial, mientras que la curva de conducción ósea permanece normal o ligeramente descendida Figura 56 [52].

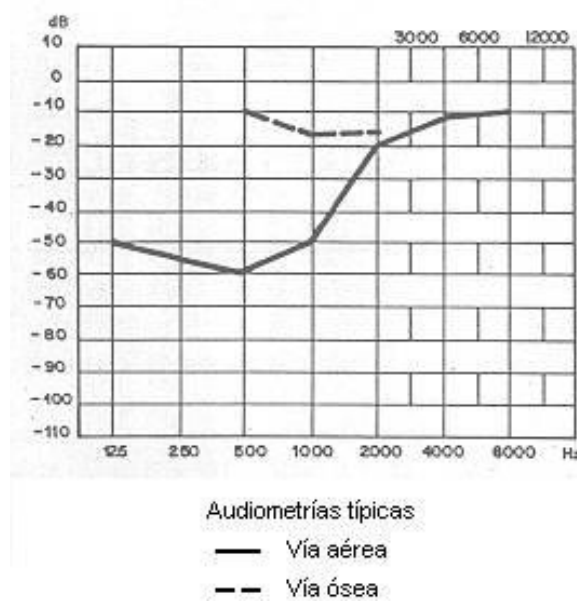


Figura 56. Sordera de transmisión

**En casos de pérdida de audición por percepción (neurosensorial)**, las curvas auditivas aérea y ósea exhiben descensos paralelos, siendo leves en frecuencias bajas y más pronunciados en frecuencias altas, pudiendo llegar a interrumpirse (sin



percepción) en las frecuencias extremadamente agudas, que van desde 4.000 hasta 8.000 Hz Figura 57 [52].

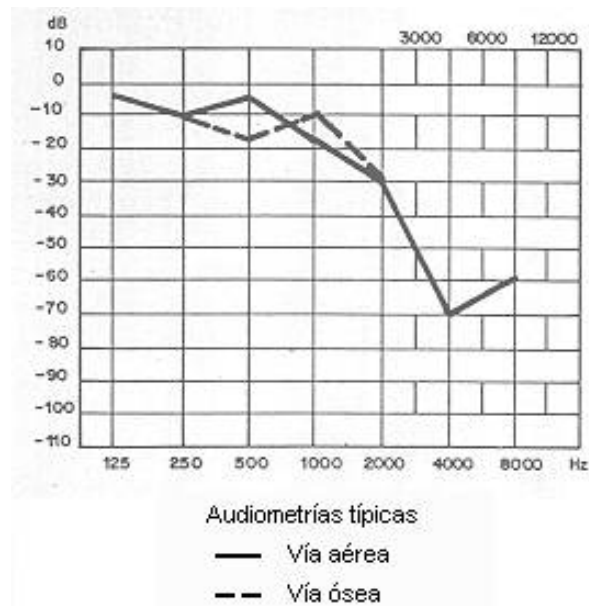


Figura 57. Sordera mixta

En casos de sorderas mixtas, se observa una disminución en la curva de conducción aérea a lo largo de todo el rango de frecuencias, siendo especialmente notable en las frecuencias más altas. se observa una disminución en la curva de conducción aérea a lo largo de todo el rango de frecuencias, siendo especialmente notable en las frecuencias más altas. La curva de audición ósea puede mantenerse en mayor o menor medida en las frecuencias bajas o medias, pero tiende a descender considerablemente o incluso desaparecer en las frecuencias altas Figura 58 [52].

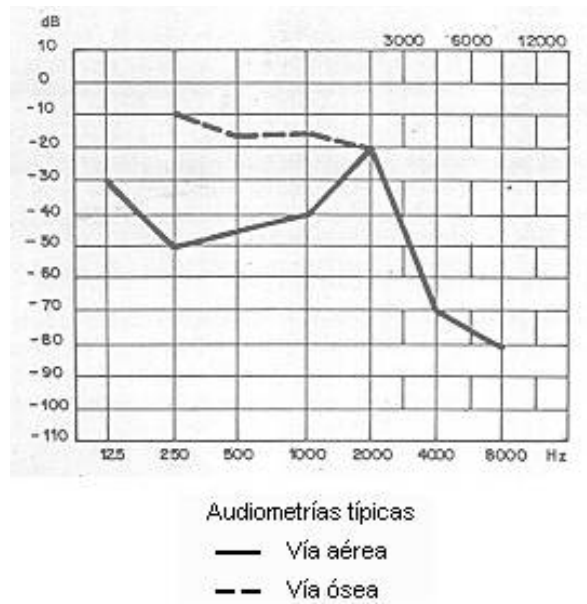


Figura 58. Sordera de percepción

En situaciones de sorderas de conducción y mixtas, que afectan el oído externo o medio, el tratamiento a cargo del otorrinolaringólogo puede ser médico o quirúrgico. En el caso de sorderas de percepción, la lesión se sitúa en el oído interno, afectando el Órgano de Corti, y puede originarse por diversas razones como malformaciones congénitas, toxicidad endógena o medicamentosa, así como traumas óseos o sonoros. Los traumas sonoros, de especial interés para los prevenciónistas, requieren la evaluación de su intensidad y agresividad en diferentes frecuencias, pudiendo ocasionar pérdidas auditivas parciales o totales y conduciendo a decisiones relacionadas con la incapacidad laboral, especialmente cuando se originan por el ruido en el entorno laboral [52].

### **Pérdidas por trauma sonoro**

El daño auditivo por trauma sonoro puede ocurrir tanto en entornos no laborales, como discotecas, eventos ruidosos, deportes, actividades militares, automovilismo entre otros, durante las horas de trabajo, siendo denominado trauma sonoro laboral. Enfocamos nuestro estudio específicamente en este último. Este tipo de trauma afecta principalmente las frecuencias agudas, especialmente la de 4.000, aunque algunos ruidos pueden incidir en frecuencias cercanas como 3.000 y 6.000. En la audiometría, se observa una disminución en la frecuencia de 4.000, con una recuperación en la frecuencia de 6.000, conocida como escotoma traumático tipo 1. Figura 59 [52].

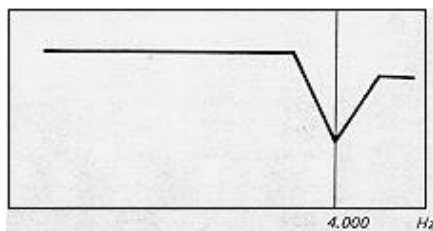


Figura 59. 1er grado evolución audiométrica del trauma sonoro

Con el paso de los años de labor y el envejecimiento del trabajador, este escotoma se intensifica, se expande y evoluciona hacia lo que se denomina una cubeta traumática tipo 2 Figura 60 [52].

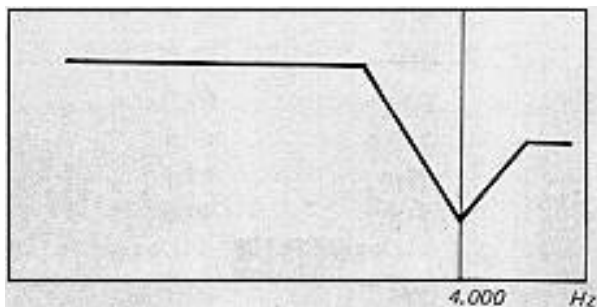


Figura 60. 2do. grado evolución audiométrica del trauma sonoro

A medida que se incrementa el trauma, se evidencia una falta de recuperación en la frecuencia 6.000, acompañada de una pérdida auditiva en progresión en otras frecuencias, clasificada como tipo 3 Figura 61). Las representaciones gráficas del trauma sonoro permiten clasificar las pérdidas auditivas registradas en la audiometría. Para establecer el grado de pérdida y su calificación porcentual, se toma en cuenta la edad y el género del trabajador. La evaluación convencional del trauma sonoro se lleva a cabo a través del índice EU (*Early Loss Index = Índice de pérdida precoz*), que categoriza los traumas en una escala *A – B – C – D – E* según la magnitud de la pérdida auditiva en la frecuencia 4.000. El cálculo del EU implica sustraer el valor de la presbiacusia (pérdida auditiva relacionada con el envejecimiento) de la pérdida auditiva a 4.000 Hz, de acuerdo con la Tabla 77, y consultar la Tabla 78 para obtener el índice EU y la calificación cualitativa del trauma [52].

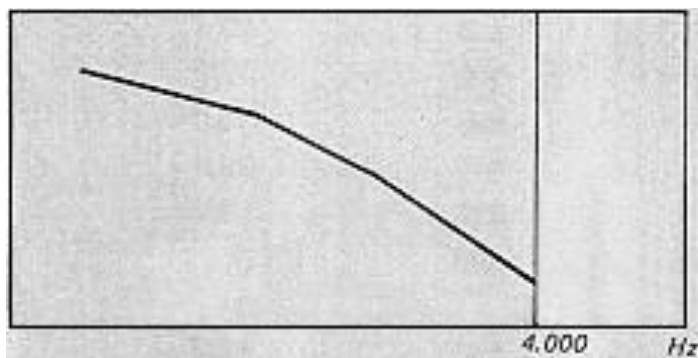


Figura 61. 3er. grado evolución audiométrica del trauma sonoro

Tabla 77. Pérdida por envejecimiento

Corrección por presbiacusia a 4000 Hz, dB		
Edad	Mujeres	Hombres
25	0	0
30	2	3
35	3	7
40	5	11
45	8	15
50	12	20
55	15	26
60	17	32
65	18	38

Tabla 78. Calificación cualitativa del trauma

Escala ELI		
Pérdida audiométrica corregida, dB	Grado ELI	Clasificación
< 8	A	Normal excelente
8 – 14	B	Normal buena
15 – 22	C	Normal
23 – 29	D	Sospecha de sordera
> 30	E	Claro indicio de sordera

### Pérdida en la zona conversacional

Resumen: Aunque el índice ELI es valioso para evaluar el trauma acústico, es esencial determinar si el empleado tiene una audición normal, especialmente en frecuencias clave para la conversación (500, 1,000 y 2,000 Hz). En lugar de centrarnos en frecuencias como 4,000 Hz, utilizamos el índice SAL (*Speech Average Loss*) para evaluar la pérdida auditiva promedio en estas frecuencias conversacionales. El SAL

categoriza la pérdida auditiva en una escala de A - G, como se detalla en la Tabla 79 [52].

Tabla 79. Evaluación y significado del índice SAL

Evaluación y significado del índice SAL			
Grado	SAL dB	Nombre de la clase	Características
A	16 oído peor	Normal	Los dos oídos están dentro de los límites normales, sin dificultades en conversaciones en voz baja.
B	16 - 30 uno de los oídos	Casi normal	Tiene dificultades en conversaciones baja nada más.
C	31 - 45 oído mejor	Ligero empeoramiento	Tiene dificultades en una conversación normal, pero no si se levanta la voz.
D	46 - 60 oído mejor	Serio empeoramiento	Tiene dificultades incluso cuando se levanta la voz.
E	61 - 90 oído mejor	Grave empeoramiento	Sólo puede oír una conversación amplificada.
F	90 oído mejor	Profundo empeoramiento	No puede entender ni una conversación amplificada.
G	Sordera total en ambos oídos		No puede oír sonido alguno.

### **Pérdida global de la audición**

Para calcular la pérdida auditiva global, seguimos las directrices de la A.A.O.O. (*Asociación Americana de Oftalmología y Otorrinolaringología*) de 1979, que establece la evaluación basada en la suma de las pérdidas en las frecuencias de 500, 1.000, 2.000 y 3.000 Hz. Utilizamos un ejemplo con una audiometría que muestra pérdidas de 15, 20, 60 y 80 dB en las respectivas frecuencias mencionadas. La pérdida auditiva total se determina sumando estas pérdidas en cada frecuencia [52].

$$500 = 15 \text{ dB}$$

$$1000 = 20 \text{ dB}$$

$$2000 = 60 \text{ dB}$$

$$3000 = 80 \text{ dB}$$

---


$$\text{Suma total} = 175 \text{ dB}$$

Una vez que se han totalizado las pérdidas, la Tabla 80, proporciona el porcentaje de pérdida auditiva para un solo oído (monoaural) [52].

Tabla 80. Porcentaje de pérdida auditiva global de un oído

Porcentaje de pérdida auditiva global de un oído	
DSHL*,dB	% Pérdida
100	0
105	1,9
110	3,8
115	5,6
120	7,5
125	9,4
130	11,2
135	13,1
140	15,0
145	16,9
150	18,8
155	20,6
160	22,5
165	24,4
170	26,2
175	28,1
180	30,0
...370	100,0

De acuerdo con la Tabla 80 de pérdidas auditivas en un solo oído, se asigna un porcentaje del 28,1 [52]. Para calcular la pérdida binaural, es necesario aplicar la siguiente ecuación [52]:

$$\frac{5\% \times (\text{oído mejor}) + 1\% \times (\text{oído peor})}{6} = \% \text{ de pérdida auditiva global}$$

Para calcular la pérdida auditiva, se pueden emplear las tablas JAMA, específicamente las publicadas en mayo de 1979. La North Western University simplificó estas mediciones mediante una regla de cálculo que abarca pérdidas en la zona conversacional SAL y ELI, así como pérdidas globales. Aunque la regla sigue siendo válida para SAL y ELI, para determinar la valoración global de la pérdida, se deben

consultar las TABLAS JAMA (1979) actuales, que incorporan la pérdida de frecuencia y modifican el factor porcentual tanto para mono como para binaural [52].

Se ha desarrollado un registro con el propósito de capacitar al técnico en prevención, ofreciéndole una comprensión más accesible de la terminología médica utilizada en la evaluación del trauma sonoro [52]. Este registro tiene como objetivo principal equipar al técnico con las habilidades necesarias para interpretar inicialmente los resultados de una audiometría, ver **Anexo 3: T-PR-REA-01: Registro de evaluación de audiometría.**

### **Acciones Correctivas**

Las acciones correctivas en el procedimiento de vigilancia de la salud por ruido industrial en TABSA implican medidas específicas para abordar y mitigar los riesgos identificados en relación con la exposición al ruido en el entorno laboral. Estas acciones pueden incluir:

- Control del ruido en la fuente: Implementación de medidas para disminuir el ruido en su origen, como la aplicación de aislamiento acústico en maquinarias ruidosas o la sustitución de equipos por versiones menos ruidosas.
- Uso de equipos de protección adecuados: Asegurar que los trabajadores cuenten con los adecuados dispositivos de protección auditiva, tales como tapones o protectores para los oídos, y asegurarse de que los utilicen de manera apropiada, cumpliendo con su correcto uso y mantenimiento.
- Modificaciones en los procesos de trabajo: Reorganización de los turnos de trabajo o ajustes en los procedimientos para minimizar la exposición al ruido, como limitar el tiempo de exposición o rotar a los empleados entre áreas menos ruidosas.
- Capacitación y sensibilización: Proporcionar programas de capacitación y sensibilización acerca de los peligros del ruido industrial, sus efectos en la salud auditiva, así como las medidas preventivas y correctivas que están a disposición de los empleados.

- **Monitoreo continuo:** Realizar mediciones regulares de los niveles de ruido para evaluar la eficacia de las acciones correctivas implementadas y realizar ajustes si es preciso con el objetivo de garantizar un entorno de trabajo seguro en términos de exposición al ruido.

Estas acciones correctivas son fundamentales para reducir y controlar los riesgos asociados al ruido industrial, protegiendo así la salud auditiva de los trabajadores en TABSA.

### Referencia Normativa

- La NTP 136 se enfoca en la prevención de riesgos laborales asociados a la exposición al ruido en el entorno laboral [52].

### Lista de documentos

Tabla 81. Lista de documentos

N°	Referencia	Código	Descripción
1	Anexo 1	T-PR-RPSM-01	Programa de seguimiento médico
2	Anexo 2	T-PR-RAEA-01	Registro de audiometrías y exámenes auditivos
3	Anexo 3	T-PR-REA-01	Registro de evaluación de audiometría

Elaborado por: Investigadora UTA	Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA	Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA
-------------------------------------	--	--



**Anexo 1: T-PR-RPSM-01: Programa de seguimiento médico**

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO MÉDICO	
Fecha:	
Responsable de entrega:	
Área de trabajo:	

Nº	Área de trabajo	Nivel de exposición al ruido (dB)	Frecuencia de Exámenes Médicos

Elaborado por: Investigadora UTA	Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA	Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA
-------------------------------------	--	---

**Anexo 2: T-PR-RAEA-01: Registro de audiometrías y exámenes auditivos**

REGISTRO DE AUDIOMETRÍAS Y EXÁMENES AUDITIVOS	
Fecha:	
Responsable de entrega:	
Área de trabajo:	

N°	Área de trabajo	Frecuencia Audiometrías	Rango de frecuencias evaluadas (Hz)	Resultados de ultima audiometría

Elaborado por: Investigadora UTA	Revisado por: Ing. Javier Barriga, Mg. Representante Legal TABSA	Aprobado por: Ing. Fernando Urrutia Tutor Proyecto de Investigación UTA
-------------------------------------	--	--

**Anexo 3: T-PR-REA-01: Registro de evaluación de audiometría**

<b>EXAMEN AUDIOMETRICO</b>			
<b>NOMBRE:</b>		<b>EDAD:</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>CODIGO:</b>		<b>SEXO:</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>OIDO DERECHO</b>		<b>OIDO IZQUIERDO</b>	
PER.OD %	0,0	PER.OI %	0,0
PERDIDA TOTAL %			
0,0			
PERDIDA CORREGIDA EN 4000 Hz (EVALUACION EN CASO DE TRAUMA SONORO), ESCALA ELI			
ELI OD	0 d B	ELI OI	0 d B
A-EXCELENTE		A-EXCELENTE	
PERDIDA PROMEDIO 500,1000,2000 Hz FRECUENCIAS CONVERSACIONALES, INDICE SAL			
SAL OD	0,0	SAL OI	0,0
	0,0	2	
INDICE SAL	0,0	1	
MEDICION Y EVALUACION:		<input style="width: 150px;" type="text"/>	FECHA: <input style="width: 50px;" type="text"/>
CERTIFICO QUE ESTE EXAMEN FUE REALIZADO EN LA FECHA INDICADA			
OBSERVACIONES: _____			
<hr style="width: 100%;"/> FIRMA DEL ESPECIALISTA			

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se identificó los factores de riesgo de los procesos de corte, soldadura, doblado y esmerilado, observando las tareas, procesos, equipos y herramientas de trabajo, obteniendo como mayor criticidad el área de soldadura, con un valor cualitativo de “Alto”, esto es debido a que los operadores se encuentran en exposición constante al ruido de los martillos, combos, taladros y motores de las máquinas aledañas.
- En consecuencia, de la valoración inicial de riesgos se obtuvo que en las distintas actividades de corte y esmerilado se califica con un riesgo de nivel “muy alto”, debido a que involucra el trabajo manual con el esmeril y sierra de corte, además se realizó de manera cualitativa el mismo que deberá ser comprobado con la estrategia de medición para evitar una falsa subjetividad de la valoración del riesgo.
- Se realizó las mediciones de cada uno de los puestos de trabajo como corte, doblado y esmerilado se encuentran con ruidos superiores a 85 dB (A), como por ejemplo en el área de corte de 89,73dB (A), en el caso de las tareas de corte se llega a obtener un nivel de presión acústica diaria de 91,37 dB (A), y finalmente para doblado de 86,80 dB (A), sin embargo al tiempo de exposición de las tareas que están en un rango de 0,5 horas y 2 horas los trabajadores no presentan sobre exposición por que cumplen con el tiempo permisible de trabajo ante contaminación acústica siendo para el caso de esmerilado una dosis de 48,15%, para corte 7,53% y doblado 50% de exposición diaria.
- En el resultado de las mediciones basado en el puesto de trabajo se determinó que el subproceso de soldadura obtiene el valor de mayor criticidad tanto en nivel de ruido diario como dosis de exposición con los valores de 86,22 dB (A) y dosis de 104%, esto es debido a que en el área de trabajo se suman ruidos de otros equipos como el taladro pedestal, la prensa y dobladora de tubos, como también herramientas de golpe como son el combo y el martillo.

- Se concluye finalmente que es importante conocer la efectividad de los medios de atenuación del ruido en la fuente, medio y receptor por lo que se diseñó protocolos de control mediante la acción preventiva del mantenimiento y correcto uso de los equipos de soldar, así como la selección de pantallas de atenuación acústica y finalmente el cálculo de protectores auditivos de libre mantenimiento para una atenuación de fondo de 81.0 dB e impacto acústico en el oído de 53 dB (A) con la respectiva vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda a la empresa realizar estudios de vibraciones para verificar el correcto estado de anclajes y puntos de rotación, así como capacitar al personal en el uso adecuado de los equipos y herramientas de trabajo para evitar ruidos de operación y daños en la maquinaria.
- Se recomienda una redistribución y división de las áreas de trabajo según la viabilidad de la empresa para atenuar las diferentes fuentes de ruido y crear un proceso de vigilancia anual del sistema auditivo basado en las notas técnicas preventivas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Ruano Tellaeché, *Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra*, Avance Ser. 2012. doi: M-36120-2012.
- [2] G. Carrera, F. Salgado, and W. Villacis, “Gestión de la Exposición Laboral a Ruido en el Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional,” *Rev. Politécnica*, vol. 48, no. 2, pp. 21–32, 2021, doi: 10.33333/rp.vol48n2.02.
- [3] Organización Internacional del Trabajo, “Salud y seguridad en el trabajo: OMS/OIT: Casi 2 millones de personas mueren cada año por causas relacionadas con el trabajo,” Sep. 17, 2021. [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_819802/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_819802/lang--es/index.htm) (accessed May 08, 2023).
- [4] O. Hernández Peña, G. Hernández Montero, and López Rodríguez Ernesto, “Ruido y salud,” *Rev. Cuba. Med. Mil.*, vol. 48, no. 4, Dec. 2019, Accessed: Apr. 16, 2023. [Online]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572019000400019&script=sci\\_arttext&tlng=en#B11](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572019000400019&script=sci_arttext&tlng=en#B11)
- [5] C. D. del I. E. de S. S. IESS, “Resolucion C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo,” *Cons. Dir. del Inst. Ecuatoriano Segur. Soc.*, no. 3, p. 11, 2016, [Online]. Available: [http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)
- [6] IESS and Sistema de Avisos de Registro del Seguro de Riesgos del Trabajo (SRSRT), “Reporte de enfermedades profesionales,” Jun. 30AD. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzhhZjRkOGYtMTQ2NC00ZWlyLWE2Y2UtY2IxNDc0NzI2YWJlIiwidCI6IjZhNmNlOGVkbkx0bG9yY2NDY4YS05Yzg1LWU3Y2U0ZjIxZjRmMiJ9> (accessed Apr. 17, 2023).
- [7] M. S. Carrillo-landazabal, L. E. Vargas-ortiz, and I. J. T. Peralta-ordosgoitia, “Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma : Una revisión en el contexto del

- ruido industrial - sector metalmeccánico,” *Cienc. Lat.*, vol. 2215, pp. 3148–3163, 2022, [Online]. Available: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i2.2081](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2081)
- [8] S. M. Cerro Romero, D. Valladares Garrido, and M. J. Valladares Garrido, “Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmeccánica de Talara, Piura periodo 2015 - 2018,” *Rev. del Cuerpo Médico Hosp. Nac. Almazor Aguinaga Asenjo*, vol. 13, no. 2, pp. 122–127, Jun. 2020, doi: 10.35434/RCMHNA.AA.2020.132.658.
- [9] J. C. Quispe Mamani, C. E. Roque Guizada, G. F. Rivera Mamani, F. A. Rivera Mamani, and A. Romani Claros, “Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú,” *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 5, no. 1, pp. 331–337, 2021, doi: 10.37811/cl\_rcm.v5i1.228.
- [10] B. Zamorano González *et al.*, “Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas,” *Estud. Demogr. Urbanos Col. Mex.*, vol. 34, no. 3, pp. 601–629, 2019, doi: 10.24201/EDU.V34I3.1743.
- [11] A. G. Samelli, C. G. Matas, R. F. Gomes, and T. C. Morata, “Revisión sistemática de las intervenciones para prevenir la pérdida auditiva inducida por ruido ocupacional: seguimiento,” *CODAS*, vol. 33, no. 4, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1590/2317-1782/20202019189.
- [12] M. S. Carrillo Landazabal, J. T. Peralta Ordosgoitia, C. A. Severiche Sierra, V. P. Ortega Vélez, and L. E. Vargas Ortiz, “Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmeccánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma,” *Entre Cienc. e Ing.*, vol. 15, no. 30, pp. 41–48, Dec. 2021, doi: 10.31908/19098367.1819.
- [13] S. G. Pazmay Ramos and D. L. Rojas, “Clima Laboral en Empresas Ecuatorianas Fabricantes de Carrocerías: Caso CANFAC,” *Podium*, vol. 37, no. 37, pp. 15–26, Jun. 2020, doi: 10.31095/PODIUM.2020.37.2.
- [14] D. J. Castillo Días, “Propuesta de mejora de la seguridad y salud en el trabajo en operaciones de producción para reducir riesgos laborales en una empresa de

- carrocerías, Trujillo 2021,” Universidad Privada del Norte, 2023. [Online]. Available:  
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33891/CastilloDias%2C Danitza Jimena.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33891/CastilloDias%2C%20Danitza%20Jimena.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [15] D. M. Morales Perrazo, “Condiciones de ruido industrial y su incidencia en las afecciones auditivas de los trabajadores de la empresa carrocerías IMPA,” Universidad Técnica de Ambato, 2017. [Online]. Available: [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24458/1/Tesis\\_t1181mshi.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24458/1/Tesis_t1181mshi.pdf)
- [16] Presidencia de la Republica, “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores-Decreto Ejecutivo 2393,” 1986. <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO-2393.-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>
- [17] A. R. Salazar Peña, ““Estudio del ruido laboral y vibraciones en el proceso de acabado de la empresa La Fortaleza Cia Ltda. de la ciudad de Ambato.”” Universidad Técnica de Ambato, 2016. [Online]. Available: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23646/1/Tesis I.M. 345 - Salazar Peña Alex Ricardo.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23646/1/Tesis%20I.M.%20345%20-%20Salazar%20Pe%C3%B1a%20Alex%20Ricardo.pdf)
- [18] C. A. Durango Frías, “Estudio de ruido y vibraciones en el área de producción de las carrocerías Varma S. A de la ciudad de Ambato,” Universidad Técnica de Ambato, 2018. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27419>
- [19] Norma Técnica Ecuatoriana, “Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería (ISO 9612:2009, IDT),” *NTE INEN-ISO 9612*, 2014. <https://es.scribd.com/document/505032915/NORMA-INEN-ISO-9612> (accessed Oct. 19, 2023).
- [20] Rapportconsultores, “Norma OSHAS 18001-2007,” p. 6, 2007, [Online]. Available: <https://www.cip.org.ec/attachments/article/111/OHSAS-18001.pdf>
- [21] ISOTools, “¿En qué consiste Sistema Gestión Seguridad Salud Trabajo(SG-



- SST)?,” *ISOTools*, 2016. <https://www.isotools.us/2016/09/06/consiste-sistema-gestion-la-seguridad-salud-trabajo-sg-sst/> (accessed Jun. 20, 2023).
- [22] CIIFEN, “Definición de Riesgo,” 2022. Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://ciifen.org/definicion-de-riesgo/>
- [23] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), “Riesgos Físicos,” *INSST*. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos> (accessed Jun. 16, 2023).
- [24] J. C. Neffa, “Riesgos Laborales,” *Gobierno de la provincia de Buenos Aires*. <https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/empleopublico/archivos/Fisicos.pdf> (accessed Oct. 31, 2023).
- [25] S. Zemansky, “Física Universitaria,” in *Física Universitaria Sears Zemansky 13a Edición Vol I*, Pearson Ed.México, 2013, pp. 509–540. [Online]. Available: <https://pdfcoffee.com/cap16-fisica-universitaria-sears-zemansky-13a-edicion-vol-1-4-pdf-free.html>
- [26] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias,” *INSHT*, no. III, pp. 1–7, 2012, [Online]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/951w.pdf>
- [27] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Ruido,” *INSHT*. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos/ruido> (accessed Jun. 16, 2023).
- [28] M. D. Bovea Edo, *Manual de seguridad e higiene industrial para la formación en ingeniería*. Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, 2011. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/101983>
- [29] R. Clarke, “¿Qué son las ponderaciones de frecuencia A, C y Z?,” *Cirrus Research plc*, 2022. <https://www.cirrusresearch.es/blog/2012/09/que-son-las-ponderaciones-de-frecuencia-a-c-y-z/> (accessed Jun. 19, 2023).

- [30] G. Pérez López, *El ruido en el ambiente laboral*. Murcia, 2006. [Online]. Available: [https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=MT-02.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=11423&RASTRO=c722\\$m3507,3671#:~:text=Nivel de exposici3n diario equivalente,incluidos los ruidos de impulsos.](https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=MT-02.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=11423&RASTRO=c722$m3507,3671#:~:text=Nivel de exposici3n diario equivalente,incluidos los ruidos de impulsos.)
- [31] A. Gil Fisa and P. Luna Mendaza, “NTP 270: Evaluaci3n de la exposici3n al ruido. Determinaci3n de niveles representativos,” *Inst. Nac. Secur. e Hig. en el Trab.*, Oct. .
- [32] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Guía t3cnica para la evaluaci3n y prevenci3n de los riesgos relacionados con la exposici3n de los trabajadores al ruido-Real Decreto 286/2006,” *INSHT*, Mar. 10, 2006. <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Guía+t3cnica+para+la+evaluaci3n+y+prevenci3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici3n+al+ruido/96a86542-1ac3-42c1-9df2-8c385c67db60> (accessed May 23, 2023).
- [33] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 366 : Envejecimiento y trabajo : audici3n y motricidad,” *INSHT*, pp. 1–13, [Online]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp\\_366.pdf/3ef8f1f2-9809-4229-b66c-a0d9098bcf8e](https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_366.pdf/3ef8f1f2-9809-4229-b66c-a0d9098bcf8e)
- [34] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), “Evaluaci3n de Riesgos Laborales,” 2016.
- [35] Centro de Escritura Javeriano, “Listas de chequeo,” *Pontificia Universidad Javeriana*, 2022. <https://www.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/listas-de-chequeo> (accessed Nov. 09, 2023).
- [36] M. Bestrat3n Bellov3 and F. Pareja Malag3n, “NTP 330: Sistema simplificado de evaluaci3n de riesgos de accidente,” *Inst. Nac. Secur. e Hig. en el Trab.*, 2016, [Online]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp\\_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b](https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b)

- [37] PCE Instruments, “Sonómetro PCE-322A.” <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-ruido/sonometro-con-logger-de-datos-sl-322.htm> (accessed Dec. 19, 2023).
- [38] Higielectronix, “Dosímetro Criffer Sonus 2 Plus,” 2021. <https://higielectronix.com/venta-y-mantenimiento-de/medidores-de-ruido/dosimetros-medidores-de-ruido/criffer-sonus-2-plus-2/> (accessed Dec. 21, 2023).
- [39] PCE Instruments, “Medidores de estrés térmico.” <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores/medidores-estress-termico.htm> (accessed Dec. 18, 2023).
- [40] OMEGA, “Anemómetros.” <https://mx.omega.com/prodinfo/anemometros.html> (accessed Dec. 18, 2023).
- [41] Oier, “Flexómetro: qué es y para qué sirve esta herramienta,” *RUBI BLOG*, 2022. <https://www.rubi.com/es/blog/flexometro-rubi/> (accessed Dec. 20, 2023).
- [42] Unicen, “Cronómetro digital de mano,” *Laboratorio de ciencias*, 2024. [https://kitlab.exa.unicen.edu.ar/cronmetro\\_digital\\_de\\_mano.html](https://kitlab.exa.unicen.edu.ar/cronmetro_digital_de_mano.html) (accessed Jan. 09, 2024).
- [43] Á. M. Medina *et al.*, “Sordera ocupacional: una revisión de su etiología y estrategias de prevención,” *Dialnet*, pp. 116–124, 2013.
- [44] C. Kadilar, “Conceptos básicos del ruido ambiental,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1863, 2018, doi: 10.1063/1.4992403.
- [45] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 638: Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos,” *INSHT*, no. M, pp. 1–8, 2003, [Online]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_638.pdf/ec7cda7b-d636-48de-8d05-020cd25857a9](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_638.pdf/ec7cda7b-d636-48de-8d05-020cd25857a9)
- [46] CTAIMA, “La contaminación acústica como riesgo laboral ,” Jul. 12, 2022. <https://www.ctaima.com/blog/la-contaminacion-acustica-como-riesgo-laboral/>

(accessed Jun. 08, 2023).

- [47] J. García and P. Luna, “NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido ( I ): incertidumbre de la medición,” no. I, pp. 2–4, 2006.
- [48] J. Aleaga, “El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas S.A.,” 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25953>
- [49] C. M. Alvear Niacata, “Validación de métodos para la determinación del nivel de exposición al ruido e iluminación en el trabajo,” 2015.
- [50] ISO, “Norma ISO 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración,” 2017.
- [51] J. Vilas, “NTP 85: Audiometrías,” 1983, [Online]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_085.pdf/f60a14b7-8a04-4f01-98e5-b1b22e635771?version=1.1&t=1685960103262](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_085.pdf/f60a14b7-8a04-4f01-98e5-b1b22e635771?version=1.1&t=1685960103262)
- [52] J. Vilas, “NTP 136: Valoración del trauma acústico,” 1983, [Online]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_136.pdf/b0835a9a-960e-4893-8609-a93cd0090ef6?version=1.1&t=1679931351067](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_136.pdf/b0835a9a-960e-4893-8609-a93cd0090ef6?version=1.1&t=1679931351067)

## ANEXOS

Anexo A. Diagrama de procesos de la empresa “TABSA” en el área de estructuras

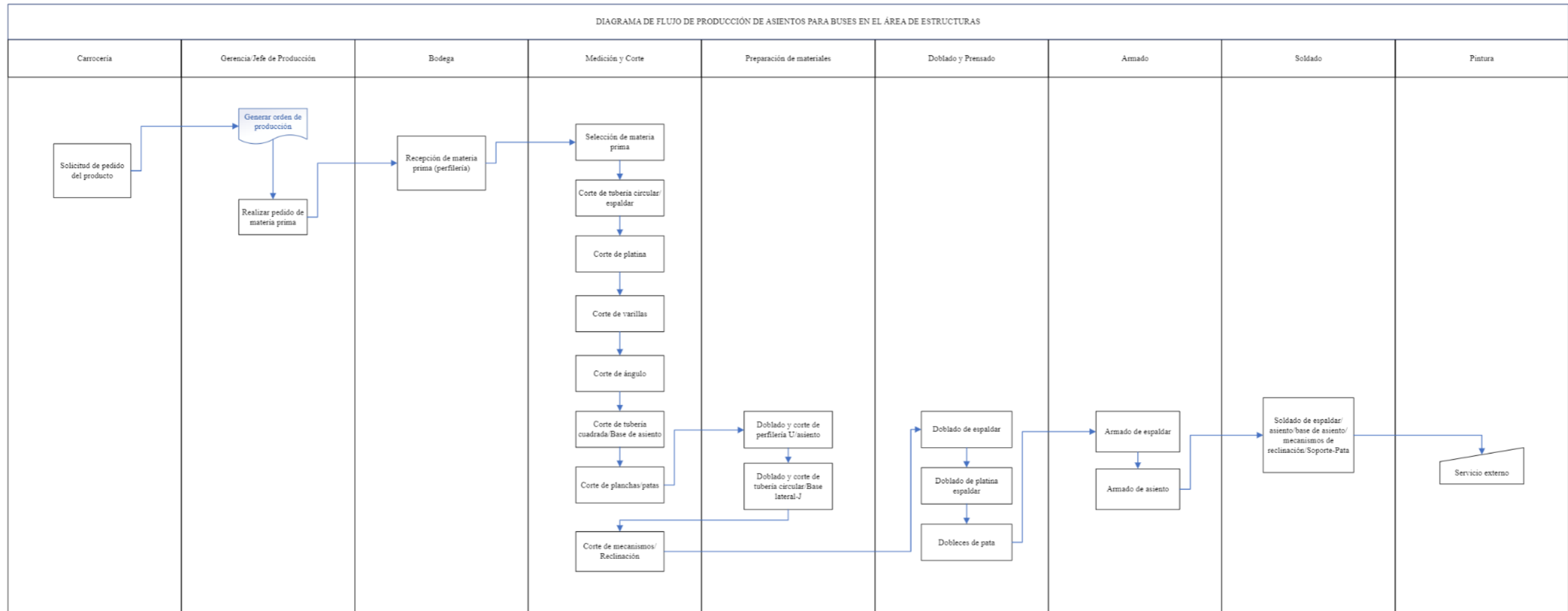



Diagrama de procesos de la empresa “TABSA” en el área de estructuras

Anexo B. Checklist control del ruido

	CHECKLIST CONTROL DE RUIDO	Revisión:	12/12/2023
		Fecha:	4/12/2023
	TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"	Autor:	Coraima Freire.
		Personas afectadas:	4
Área de trabajo:	Estructuras		


Marque con una (X) según corresponda (Si o No)

No.	Factores o circunstancias	Si	No	Observaciones
1	¿Los trabajadores usan herramientas o maquinarias ruidosas durante más de media hora en la jornada de trabajo?	X		Se pudo observar que los trabajadores utilizan herramientas ruidosas que generan ruido de impacto al igual que las maquinarias que generan ruidos poco audibles como el uso del esmeril, la cortadora, dobladora eléctrica y prensa hidráulica.
2	¿Se encuentran señalizadas las áreas de trabajo con exposición a ruido?		X	La empresa no cuenta con la señalética en las áreas de trabajo debido a la falta de una evaluación del ruido que se encuentran expuestos los colaboradores.
3	¿Se ha llevado a cabo capacitación para concientizar al personal sobre la importancia de reducir el ruido?		X	La empresa no ha llevado una capacitación ni socialización a los trabajadores sobre la importancia de tener un ambiente laboral menos ruidoso.
4	¿Se ha realizado una evaluación de las actividades o equipos que generan niveles significativos de ruido?		X	No se han realizado estudios ni mediciones que generan esa información.
5	¿Se han aplicado soluciones de aislamiento acústico en paredes, techos y suelos para reducir la transmisión del sonido?		X	No se ha realizado ninguna solución de aislamiento acústico debido a que los puestos de trabajo son móviles y el área en si no permite que se proceda la realización de este.
6	¿Se han colocado barreras físicas o pantallas para bloquear o reducir la propagación del sonido?		X	No se puede realizar debido a las actividades de los colaboradores de la empresa adicional a ello se necesitaría mejorar y reubicar las maquinarias para el uso de este.
7	¿Se han considerado actualizaciones de equipos para reducir los niveles de ruido?		X	No debido a que el taller trabaja aún de manera artesanal lo cual para una inversión de esa magnitud se debería de sustentar con una investigación para ver si es factible o no la compra de nuevos equipos.
8	¿Se han considerado alternativas de equipos o procesos más silenciosos?		X	La empresa no lo ha considerado debido a que no tienen un técnico de seguridad que los oriente a la importancia de los niveles de exposición al ruido que están presentes los colaboradores.
9	¿Se han establecido políticas internas para garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes?		X	No debido a que el taller no realiza ese tipo de controles debido a la carencia de un técnico de seguridad.
10	¿Se han identificado todas las fuentes principales de ruido en el entorno?		X	No se han logrado aún identificar todas las fuentes debido a que el estudio se lo va a realizar dentro de un área en específica dentro de la empresa.

	CHECKLIST CONTROL DE RUIDO	Revisión:	12/12/2023
		Fecha:	4/12/2023
	TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"	Autor:	Coraima Freire.
		Personas afectadas:	4
Área de trabajo:	Estructuras		

Marque con una (X) según corresponda (Si o No)


No.	Factores o circunstancias	Si	No	Observaciones
11	¿Se han implementado medidas para reducir la emisión de ruido directamente en la fuente?		X	No debido a que no existe planes de mantenimiento que se realicen a todas las maquinarias de la empresa.
12	¿Se han implementado programas de concientización para informar a las personas sobre los riesgos del ruido y promover comportamientos menos ruidosos?		X	Existe carencia de información del tema mismo debido a la falta de capacitaciones hacia los trabajadores.
13	¿Se han instalado cortinas o paneles acústicos para mitigar la transmisión del sonido?		X	No debido al diseño en que se encuentran las áreas designadas de las mismas.
14	¿Se han instalado materiales absorbentes para controlar la reverberación del sonido en espacios cerrados?		X	No debido al diseño en que se encuentran las áreas designadas de las mismas.
15	¿Se han realizado mediciones de niveles de ruido para comprender la magnitud del problema?		X	No se han realizado estudios ni mediciones que generen esa información.
16	¿Se lleva a cabo un monitoreo regular de los niveles de ruido para asegurar que las medidas de control sean efectivas?		X	No se han realizado estudios ni mediciones que generen esa información.
17	¿Se realiza una revisión periódica del plan de control de ruido para adaptarse a cambios en el entorno o en las operaciones?		X	No existe planes de control que ayuden a la revisión periódica del ruido dentro de la empresa.
18	¿Se realizan revisiones periódicas de las prácticas y tecnologías disponibles para mejorar el control de ruido?		X	No existe revisiones periódicas del ruido dentro de la empresa que ayuden a mejorar.
19	Debido a la presencia del ruido existe la dificultad de oír una conversación a 1m de distancia.	X		Si se pudo evidenciar que los colaboradores de la empresa deben elevar la voz para poder entablar una conversación.
20	Debido al ruido ha ocurrido accidentes dentro de la jornada laboral.	X		Si ha existido accidentes dentro de la empresa debido al ruido y la falta de concentración en la realización de las tareas.
21	Dos o más trabajadores se encuentran expuestos al mismo ruido.	X		Si debido a que es un grupo de exposición homogénea.

	CHECKLIST CONTROL DE RUIDO	Revisión:	12/12/2023
		Fecha:	4/12/2023
	TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"	Autor:	Coraima Freire.
		Personas afectadas:	4
Área de trabajo:	Estructuras		

Marque con una (X) según corresponda (Si o No)


No.	Factores o circunstancias	Si	No	Observaciones
22	El nivel de ruido percute en la concentración de los trabajadores.	X		En ocasiones se pudo evidenciar que debido al ruido existe una distracción, aun mas si se encuentra encendida la radio esto genera una mayor distracción.
23	El ruido cubre la jornada completa de trabajo.	X		Si en ciertas ocasiones esto es debido al uso continuo de las maquinarias como la soldadora, el esmeril, las cortadoras eléctricas.
24	El ruido en el ambiente de trabajo produce molestias habitualmente.	X		Si y esto es debido a que los colaboradores de las otras áreas y de la misma área no usan el EPP por elección propia.
25	El ruido se escucha en otras áreas de trabajo.	X		Si se pudo evidenciar que el ruido cubre las otras áreas de trabajado como es el caso de tapicería, acabados y terminados.
26	El trabajador tiene una exposición al ruido de forma similar.	X		Si debido a que es un grupo de exposición homogénea.
27	Existe algún plan de mantenimiento para las máquinas y equipos.		X	No existen planes de mantenimiento para las máquinas y/o equipos.
28	Existe antecedentes médicos profesionales de los colaboradores que hayan presentado (hipoacusia, pérdidas auditivas) en los exámenes audiométricos.	X		Si existe un colaborador con hipoacusia se encuentra dentro de los informes médicos realizados por la empresa.
29	Existe en la empresa algún informe de evaluación de ruido laboral en las áreas de trabajo que señale si hay exposición a ruido por encima de la normativa permitida.		X	No existe ningún estudio que avale esa información.
30	Existe estudios de medición del ruido laboral.		X	No existe ningún estudio realizado por parte de la empresa en la antigua gerencia.
31	Existe movilidad en los puestos de trabajo.	X		Si debido a que son puestos de trabajo móviles.
32	Existe rotación en las tareas para evitar ruidos de fondo.		X	No debido a que las tareas son concretas.



	CHECKLIST CONTROL DE RUIDO	Revisión:	12/12/2023
		Fecha:	4/12/2023
	TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"	Autor:	Coraima Freire.
		Personas afectadas:	4
Área de trabajo:	Estructuras		

Marque con una (X) según corresponda (Si o No)

No.	Factores o circunstancias	Si	No	Observaciones
33	Existe ruido de impacto dentro de la zona de trabajo.	X		Si se pudo evidenciar debido al uso de martillos como el combo que al ser manipulado dentro del área al ser golpeado con el mismo en la perfilería genera un ruido de impacto.
34	Existe señalética de protección auditiva en el área de trabajo.		X	No existe dentro del área solo en el ingreso de la empresa.
35	Existe un registro del mantenimiento preventivo de los equipos.		X	No existe ningún plan de mantenimiento.
36	Existen zonas de aislamiento contra el ruido.		X	No existen dichas zonas de aislamiento contra el ruido.
37	Ha existido accidentes en la jornada laboral por falta de concentración.	X		Si debido al ruido, también por falta de concentración accidentes leves en este caso.
38	Ha existido algún inconveniente con los vecinos cercanos por el problema de ruido.		X	No debido a que se respeta la jornada laboral desde las 08 am hasta las 17 pm.
39	Las herramientas que se utilizan son ergonómicas.		X	No son ergonómicas debido a la falta de conocimiento.
40	Las máquinas cuentan con barreras de atenuación contra el ruido.		X	No tienen barreras que ayuden a disminuir el ruido de este.
41	Las máquinas tienen planes de mantenimiento.		X	No existen ningún plan de mantenimiento.
42	Los colaboradores cuentan con suficiente espacio para manipular los equipos y/o herramientas.	X		Si debido a que dentro del área existe movilidad y espacio.
43	Los colaboradores utilizan herramientas y/o máquinas muy ruidosas en su jornada de trabajo.	X		Si lo que genera malestar en algunas ocasiones debido al uso incorrecto del EPP.

	CHECKLIST CONTROL DE RUIDO	Revisión:	12/12/2023
		Fecha:	4/12/2023
	TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"	Autor:	Coraima Freire.
		Personas afectadas:	4
Área de trabajo:	Estructuras		

Marque con una (X) según corresponda (Si o No)

No.	Factores o circunstancias	Si	No	Observaciones
44	Los equipos se encuentran en óptimas condiciones para su utilización.	X		Si se encuentran en óptimas condiciones.
45	Los trabajadores usan el EPP adecuada.		X	No debido a que el personal cuenta con los EPP, pero no utilizan tampoco existe un control por parte de la empresa que usen el EPP dado.
46	Se ha realizado algún tipo de atenuación de ruido en los espacios de trabajo.		X	No debido a la falta de concientización por parte de la empresa.
47	Se han realizado estudios previos del ruido en la empresa.		X	No existen estudios previos ni información dentro de la empresa.
48	Se puede trasladar los equipos a otras áreas para reducir el ruido.		X	No debido a que ya existen áreas destinadas para el uso de este.
49	Se realiza exámenes médicos en específicos a los colaboradores.	X		Si el último examen fue realizado en el 2019, esto es debido a que el taller por pandemia tuvo que cerrar y recién se encuentra laborando.
50	Se tiene conocimiento de las condiciones de trabajo con exposición a ruido.		X	No se tiene un conocimiento claro de las condiciones de trabajo que deben estar expuestos los trabajadores.


#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se puede concluir que en la empresa "TABSA" no existe un conocimiento de la importancia de los niveles permisibles de ruido que deben estar expuestos los colaboradores de la misma, esto se debe a la falta de un técnico de seguridad, controles, evaluaciones y el conocimiento de la normativa de seguridad vigente en el país como es la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO-9612:2009 [19], a su vez tampoco existen planes de mantenimiento para los equipos y/o maquinarias, la falta de control genera el uso indebido de los EPP por parte de los trabajadores.
- Como recomendación es factible hacer mediciones de ruido laboral en el área destinada para la gestión de esta como es en el área de estructuras dentro de los subprocesos de la misma, solo así se tendrán un mayor entendimiento y conocimiento de la exposición al ruido que se encuentran los trabajadores lo cual nos permitirá luego realizar una propuesta de protección auditiva si existe una sobreexposición al ruido.

Realizado	
Nombre:	Coraima Yaritza Freire Chanaluiza
Cargo:	Investigadora
Fecha:	04/12/2023

Revisado y aprobado	
Nombre:	Ing. Javier Barriga, Mg.
Cargo:	Gerente general
Fecha:	06/12/2023

Anexo C. Matriz de estimación de riesgos

	<b>MATRIZ DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS</b>										Revisión:	Ing. Urrutia Fernando.
											Fecha:	13/11/2023
	<b>TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"</b>										Autor:	Coraima Freire.

Área	Proceso	Zona/Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario (Si o No)	Riesgos			Efectos posibles	Controles existentes			Evaluación del riesgo						Valoración del riesgo			
						Descripción	Tipo	Clasificación		Fuente	Medio	Receptor	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad (NP=NDxNE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo (NR=NPxNC)		Interpretación del NR	Nivel de Intervención	Aceptabilidad del riesgo
Producción (Estructuras)	Fabricación de estructura de base de espaldar	Estructura/Corte y Doblado	Almacenamiento. Transporte.	Almacenamiento de materia prima. Selección de tubería.	Si	Manejo inadecuado de los materiales a la zona de bodega.	Mecánicos	Manipulación manual de cargas. Posturas. Movimiento repetitivo.	Postura forzada. Golpes. Heridas.	Ninguno.	Ninguno.	Uso de fajas lumbares.	2	3	6	Media (M)	10	60	III	Medio	Si	
			Inspección y operación de trabajo.	Corte de la tubería.	Se realiza el corte de la tubería seleccionada.	Si		Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones.	Ninguno.	Inspección de las máquinas y herramientas.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	6	4	24	Muy alta (MA)	25	600	I	Muy alto	No
				Dobleces de la tubería.	Una vez cortada la tubería se procede a realizar los dobleces.	Si		Físico	Ruido.	Heridas. Caídas o lesiones.	Ninguno.	Inspección de las máquinas y herramientas.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	10	4	40	Muy alta (MA)	25	1000	I	Muy alto	No
	Fabricación de estructura base de asiento	Estructura/Esmerilado y Soldado	Operación de trabajo.	El material va al proceso de esmerilado.	Si	El material se somete a un proceso de esmerilado.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	6	3	18	Alta (A)	25	450	II	Alto	No	



MATRIZ DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"

Revisión:	Ing. Urrutia Fernando.
Fecha:	13/11/2023
Autor:	Coraima Freire.

Área	Proceso	Zona/Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario (Si o No)	Riesgos			Efectos posibles	Controles existentes			Evaluación del riesgo						Valoración del riesgo		
						Descripción	Tipo	Clasificación		Fuente	Medio	Receptor	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad (NP=NDxNE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo (NR=NPxNC)		Interpretación del NR	Nivel de Intervención
				Soldado guía en la estructura.	Si	Soldadura de la estructura.	Físico	Ruido.	Quemaduras. Heridas.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, mascarillas de soldadura, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	2	4	8	Media (M)	25	200	II	Alto	No
					Si		Químico	Humo metálico.	Quemaduras. Heridas.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, mascarillas de soldadura, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	2	4	8	Media (M)	25	200	II	Alto	No
	Fabricación de bandeja de asiento	Estructura/Corte, Esmerilado, Doblado y Perforado	Operación de trabajo.	La perfilera se lleva a la máquina cortadora.	Si	Corte de la perfilera.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	6	4	24	Muy alta (MA)	25	600	I	Muy alto	No



MATRIZ DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"

Revisión:	Ing. Urrutia Fernando.
Fecha:	13/11/2023
Autor:	Coraima Freire.

Área	Proceso	Zona/Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario (Si o No)	Riesgos			Efectos posibles	Controles existentes			Evaluación del riesgo						Valoración del riesgo		
						Descripción	Tipo	Clasificación		Fuente	Medio	Receptor	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad (NP=NDxNE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo (NR=NPxNC)		Interpretación del NR	Nivel de Intervención
				Esmerilado de la perfilera.	Si	Esmerilado de la perfilera.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	6	4	24	Muy alta (MA)	10	240	II	Alto	No
				La perfilera se lleva a la máquina dobladora de tubos.	Si	La perfilera ingresa a la máquina dobladora de tubos manual.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	6	4	24	Muy alta (MA)	25	600	I	Muy alto	No
				La perfilera se transporta a la prensa hidráulica.	Si	La perfilera ingresa a la prensa hidráulica.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	6	4	24	Muy alta (MA)	60	1440	I	Muy alto	No
				La bandeja de asiento se lleva a la zona de perforación.	Si	Las bandejas de asientos van a hacer perforadas.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	2	3	6	Media (M)	10	60	III	Medio	Si



MATRIZ DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"

Revisión:	Ing. Urrutia Fernando.
Fecha:	13/11/2023
Autor:	Coraima Freire.

Área	Proceso	Zona/Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario (Si o No)	Riesgos			Efectos posibles	Controles existentes			Evaluación del riesgo						Valoración del riesgo		
						Descripción	Tipo	Clasificación		Fuente	Medio	Receptor	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad (NP=NDxNE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo (NR=NPxNC)		Interpretación del NR	Nivel de Intervención
	Mecanismo de asiento	Estructura/Soldado	Operación de trabajo.	Ensamblar el mecanismo de reclinación en la bandeja de asiento.	Si	Ensamblaje del mecanismo en la bandeja del asiento.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, overol, zapatos punta de acero e industria industrial.	6	3	18	Alta (A)	10	180	II	Alto	No
				Soldar el mecanismo de reclinación.	Si	Soldadura del mecanismo en la base del asiento.	Químico	Humo metálico.	Quemaduras. Heridas. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, mascarillas de soldadura, zapatos punta de acero e industria industrial.	2	3	6	Media (M)	10	60	III	Medio	Si
	Fabricación de pata para base de asiento	Estructura/Corte y Soldado	Operación de trabajo.	Los materiales (tol y platina) se trasladan a la zona de corte.	Si	Los materiales (tol y platina) son llevados hacia la cizalla manual.	Físico	Ruido.	Cortes. Heridas. Caídas o lesiones. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, zapatos punta de acero e industria industrial.	6	3	18	Media (M)	10	180	II	Alto	No



MATRIZ DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

TALLERES BARRIGA SANCHEZ "TABSA"

Revisión:	Ing. Urrutia Fernando.
Fecha:	13/11/2023
Autor:	Coraima Freire.

Área	Proceso	Zona/Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario (Si o No)	Riesgos			Efectos posibles	Controles existentes			Evaluación del riesgo						Valoración del riesgo		
						Descripción	Tipo	Clasificación		Fuente	Medio	Receptor	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad (NP=NDxNE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo (NR=NPxNC)		Interpretación del NR	Nivel de Intervención
				Los materiales van a la zona de soldadura.	Si	Todos los materiales que conforman las patas del asiento son soldados.	Químico	Humo metálico.	Quemaduras. Heridas. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, mascarillas de soldadura, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	2	3	6	Media (M)	10	60	III	Medio	Si
	Montaje de espaldar y asiento en base de estructura	Estructura/Soldado	Operación de trabajo.	Llevar a cabo la soldadura de la estructura del cojín y del espaldar.	Si	Realizar la soldadura del cojín y espaldar.	Químico	Humo metálico.	Quemaduras. Heridas. Golpes.	Ninguno.	Ninguno.	Personal calificado. Uso de tapones auditivos, mascarillas de soldadura, zapatos punta de acero e indumentaria industrial.	2	3	6	Media (M)	10	60	III	Medio	Si

Anexo D. Certificado de cumplimiento



Environmental Measurement Instruments

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

ITEM: 800036  
Serial Number: 340053

Certificate Number: 151114072867  
Date: 06/20/23

Sper Scientific Ltd. Certifies that this instrument has been verified in terms of the standards maintained at this laboratory, using instruments that are traceable to the U. S. National Institute of Standards and Technology, and are within the stated accuracy specification. The calibration uncertainty is presented at 95% confidence level, k=2. The calibration uncertainty is  $\pm 0.6\%$  RH and 0.1°C. Test procedures and supporting documentation are on file and available for inspection upon request.

**Specifications:**

Temp. Range	0°C to 50°C (-32 to 122°F)	Hum. Range:	0% to 100%
Temp. Accuracy	$\pm 0.6^\circ\text{C}$ (1.2°F)	Hum. Accuracy:	$\pm 3.0$ RH at 25% C

**NIST Standard Testing Equipment Used:**

Manufacturer:	Model	Serial N°	Date Due:	NIST Report
Vaisala	HMP 133	P 340053	06/20/18	5011-0022 # 12212

**In controlled temperature room:**

	Air Temp.	Humidity	Correction	
Valida	22.5°C	45.7%		
800036	22.8°C	46.4%	0.3°C	0.7%

**In climate controlled test chamber:**

	Air Temp.	Humidity	Correction	
Valida	26.7°C	47.1%		
800036	26.5°C	48.1%	0.2°C	1%

Relative Humidity: 38%  
Temperature: 26°C

Date Due: 06/20/24  
Test Report Line Number: 63067

**NIK VIMBAKOV**

Supervisor-Quality Assurance  
Sper Scientific



Scanned with  
ANEXOS GOSDAL  
CAMERA APP



Anexo E. Certificado de calibración No. CC-6379-001-23

CERTIFICADO DE CALIBRACION No CC-6379-001-23

<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>							
EMPRESA:		CABRERA ACOSTA ANDRÉS GONZALO					
DIRECCIÓN:		AV. RODRIGO PACHANO Y PASAJE CABO MIRANDA					
TELÉFONO:		0999847425					
PERSONAS DE CONTACTO:		ING. ANDRÉS CABRERA					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>							
EQUIPO:	ANEMOMETRO DIGITAL	PROCEDENCIA:	EE UU				
MARCA:	INTELL INSTRUMENTS	ALCANCE DE INDICACIÓN:	0.0 – 45.0 m/s				
MODELO:	AR856	RESOLUCIÓN:	0.001 m/s				
SERIE:	52856-0	EXACTITUD:	+3%+01				
CÓDIGO CLIENTE:	E-7258						
UBICACIÓN:	AMBATO						
<b>CALIBRACIÓN</b>							
MÉTODO:		MÉTODO INDUCTIVO					
PROCEDIMIENTO:		PR15 TÚNEL DE VIENTO CON ENSAYOS A 0.08m/s					
LUGAR:		LABORATORIO DE ELÉCTRICA Y ÓPTICA (ELICROM)					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>PATRÓN UTILIZADO</b>					
TEMPERATURA: 22.0°C ± 18°C		TRAZABILIDAD: SI-LAC MRA – ISO 17025.					
HUMEDAD RELATIVA: 70% ± 43%		PATRÓN UTILIZADO: Sondas Sensor TESTO 452, 55109 DKD K 11201					
PRESION ATMOSFÉRICA mbar: 950 - 1075							
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>							
Parámetro	Unidad medición	Valor Nominal	Valor medio medido	Desviación (V. medido – V. nominal)	Incertidumbre en la medición	n° Certificado del patrón	Laboratorio que emite el certificado
Velocidad	m/s	0.92	0.98	0.06	0.02	55109 DKD K 11201	ELICROM
Velocidad	m/s	1.89	1.9	0.01	0.02	55109 DKD K 11201	ELICROM
Velocidad	m/s	4.74	4.68	-0.06	0.04	55109 DKD K 11201	ELICROM
Velocidad	m/s	9.67	9.29	-0.38	0.07	55109 DKD K 11201	ELICROM
<b>Observaciones:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La velocidad en túnel de viento se midió tomando un promedio de 10 mediciones separadas por 5 segundos</li> <li>- Las Incertidumbres asignadas corresponden a una desviación típica de <math>k = 2</math></li> <li>- La máxima Incertidumbre del conjunto anemómetro patrón – túnel de viento en los puntos de ensayo es de 0.08m/s</li> </ul>							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Sergio Rodríguez				FECHA DE EMISIÓN: 11-12-2023			
FECHA DE RECEPCIÓN DE ITEM: 2023-12-07				FECHA DE CALIBRACIÓN: 2023-12-10			



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Ing. Sergio Pineda  
Gerente Técnico





Firma electrónica



Autenticación por el cliente  
ANDRÉS GONZALO CABRERA ACOSTA

CERTIFICADO DE CALIBRACION No CC-6375-001-23

																																																																																																							
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>																																																																																																							
EMPRESA: CABRERA ACOSTA ANDRES GONZALO DIRECCIÓN: AV. RODRIGO PACHANO Y PASAJE CABO MIRANDA TELÉFONO: 0998847425 PERSONAS DE CONTACTO: ING. ANDRES CABRERA																																																																																																							
<b>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>																																																																																																							
EQUIPO: CRONOMETRO DIGITAL MARCA: Q&Q MODELO: H548 SERIE: NO ESPECIFICA CÓDIGO CLIENTE: E-7258 UBICACIÓN: AMBATO	PROCEDENCIA: JAPAN ALCANCE DE INDICACIÓN: 0 h 59 min 59,999 s RESOLUCIÓN: 0,001 s EXACTITUD: 0,00058% ( + )																																																																																																						
<b>CALIBRACIÓN</b>																																																																																																							
MÉTODO: MÉTODO INDUCTIVO PROCEDIMIENTO: FRECUENCIA DE REFRESCO DEL DISPLAY LCD DEL CRONÓMETRO LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICA Y ÓPTICA (ELICROM)																																																																																																							
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>PATRON UTILIZADO</b>																																																																																																					
TEMPERATURA: 23.0°C ± 0.6°C HUMEDAD RELATIVA: 58.2% ± 5.8%		TRAZABILIDAD: COMANDADO POR EL OSCILADOR DE CESIO SYMMETRICOM 5071A EL CUAL PERTENECE A LA REDDMM TIME SCALE COMPARISONS VIA GPS COMMON-VIEW <a href="http://www.nist.gov/srlabs/tim_nv_grid.exe">http://www.nist.gov/srlabs/tim_nv_grid.exe</a>  PATRON UTILIZADO: CONTADOR DE FRECUENCIA FLUXE FM6690																																																																																																					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																																																																																																							
Patrón de referencia: <b>Óscilador de Cesio Symmetricom 5071A</b> Desviación Absoluta de Frecuencia (ppm): $-3.2 \times 10^{-11}$ Estabilidad en Frecuencia (u/s): $8.5 \times 10^{-11}$																																																																																																							
<b>RESULTADOS OBTENIDOS EN TIEMPO DEL CRONÓMETRO</b>																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Intervalo</th> <th>Tiempo de inicio</th> <th>Fin</th> <th>Desviación (u/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1:00</td><td>1:00:00</td><td>1:00:00</td><td>14</td></tr> <tr><td>2:00</td><td>2:00:00</td><td>2:00:00</td><td>11</td></tr> <tr><td>3:00</td><td>3:00:00</td><td>3:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>4:00</td><td>4:00:00</td><td>4:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>5:00</td><td>5:00:00</td><td>5:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>6:00</td><td>6:00:00</td><td>6:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>7:00</td><td>7:00:00</td><td>7:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>8:00</td><td>8:00:00</td><td>8:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>9:00</td><td>9:00:00</td><td>9:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>10:00</td><td>10:00:00</td><td>10:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>11:00</td><td>11:00:00</td><td>11:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>12:00</td><td>12:00:00</td><td>12:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>13:00</td><td>13:00:00</td><td>13:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>14:00</td><td>14:00:00</td><td>14:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>15:00</td><td>15:00:00</td><td>15:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>16:00</td><td>16:00:00</td><td>16:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>17:00</td><td>17:00:00</td><td>17:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>18:00</td><td>18:00:00</td><td>18:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>19:00</td><td>19:00:00</td><td>19:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>20:00</td><td>20:00:00</td><td>20:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>21:00</td><td>21:00:00</td><td>21:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>22:00</td><td>22:00:00</td><td>22:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>23:00</td><td>23:00:00</td><td>23:00:00</td><td>9</td></tr> <tr><td>24:00</td><td>24:00:00</td><td>24:00:00</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>	Intervalo	Tiempo de inicio	Fin	Desviación (u/s)	1:00	1:00:00	1:00:00	14	2:00	2:00:00	2:00:00	11	3:00	3:00:00	3:00:00	9	4:00	4:00:00	4:00:00	9	5:00	5:00:00	5:00:00	9	6:00	6:00:00	6:00:00	9	7:00	7:00:00	7:00:00	9	8:00	8:00:00	8:00:00	9	9:00	9:00:00	9:00:00	9	10:00	10:00:00	10:00:00	9	11:00	11:00:00	11:00:00	9	12:00	12:00:00	12:00:00	9	13:00	13:00:00	13:00:00	9	14:00	14:00:00	14:00:00	9	15:00	15:00:00	15:00:00	9	16:00	16:00:00	16:00:00	9	17:00	17:00:00	17:00:00	9	18:00	18:00:00	18:00:00	9	19:00	19:00:00	19:00:00	9	20:00	20:00:00	20:00:00	9	21:00	21:00:00	21:00:00	9	22:00	22:00:00	22:00:00	9	23:00	23:00:00	23:00:00	9	24:00	24:00:00	24:00:00	9			
Intervalo	Tiempo de inicio	Fin	Desviación (u/s)																																																																																																				
1:00	1:00:00	1:00:00	14																																																																																																				
2:00	2:00:00	2:00:00	11																																																																																																				
3:00	3:00:00	3:00:00	9																																																																																																				
4:00	4:00:00	4:00:00	9																																																																																																				
5:00	5:00:00	5:00:00	9																																																																																																				
6:00	6:00:00	6:00:00	9																																																																																																				
7:00	7:00:00	7:00:00	9																																																																																																				
8:00	8:00:00	8:00:00	9																																																																																																				
9:00	9:00:00	9:00:00	9																																																																																																				
10:00	10:00:00	10:00:00	9																																																																																																				
11:00	11:00:00	11:00:00	9																																																																																																				
12:00	12:00:00	12:00:00	9																																																																																																				
13:00	13:00:00	13:00:00	9																																																																																																				
14:00	14:00:00	14:00:00	9																																																																																																				
15:00	15:00:00	15:00:00	9																																																																																																				
16:00	16:00:00	16:00:00	9																																																																																																				
17:00	17:00:00	17:00:00	9																																																																																																				
18:00	18:00:00	18:00:00	9																																																																																																				
19:00	19:00:00	19:00:00	9																																																																																																				
20:00	20:00:00	20:00:00	9																																																																																																				
21:00	21:00:00	21:00:00	9																																																																																																				
22:00	22:00:00	22:00:00	9																																																																																																				
23:00	23:00:00	23:00:00	9																																																																																																				
24:00	24:00:00	24:00:00	9																																																																																																				
<b>MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA DEL CRONÓMETRO</b>																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Repeticiones</th> <th>Desviación (ppm)</th> <th>u/s</th> <th>u/s (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>9</td> <td>1.81E-10</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table>		Repeticiones	Desviación (ppm)	u/s	u/s (%)	5	9	1.81E-10	1.1																																																																																														
Repeticiones	Desviación (ppm)	u/s	u/s (%)																																																																																																				
5	9	1.81E-10	1.1																																																																																																				
Observaciones: Cuando se realicen mediciones con este cronómetro se deberá evaluar la incertidumbre de la medición considerando como una de sus componentes la resolución del cronómetro y el fundamento del botón de arranque/parada (start/stop).																																																																																																							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Sergio Rodríguez FECHA DE RECEPCIÓN DE ITEM: 2023-10-20 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2023-10-20		FECHA DE EMISIÓN: 25-10-2023																																																																																																					



Autorizado y firmado electrónicamente por





Ing. Sergio Rodríguez  
Ejecutivo Técnico






Anexo F. Certificado de calibración No. CC-6272-001-22

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CC-6272-001-22



						
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>						
EMPRESA:	CARRERA ACOSTA INGENIEROS CONSULTORES					
DIRECCIÓN:	AV. ROBERTO PADRINO Y PÉDRAJE CASO MIRANDA					
TELÉFONO:	BETHLEHEM					
PERSONAL DE CONTACTO:	ING. ANDRÉS CARRERA					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>						
EQUIPO:	SONOMETRO	CLASE:	2			
MARCA:	PC INSTRUMENTS	UNIDAD DE MEDIDA:	dB			
MODELO:	PC-22A	RESOLUCIÓN:	0.1			
SERIE:	1307651	RANGO:	120 a 180 dB			
CÓDIGO CLASIFICACION:	8-028	MODELO MICROFONO:	NO ESPECIFICA			
INDICACIÓN:	NO ESPECIFICA	SERIE MICROFONO:	NO ESPECIFICA			
<b>INTERFERENTES</b>						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	PREC. CAL.	Nº CERTIFICADO
EL-FO-455	CALIBRADOR MULTIFUNCION ACUSTICO	BRUEL KJAER	4228	1000100	2020-11-15	CC-542019-TEL-295-981
EL-PT-112	CALIBRADOR MULTIFUNCION	TEDEA HUNTLEIGH	3000A	11157119	2024-03-05	CC-2381-031-22
EL-PT-085	BAROMETRO	CONTRON COMPANY	1001	8000014	2023-05-20	CC-2381-033-22
EL-PT-302	TERMOHIGROMETRO	CEMTEK	242	10081409	2023-03-30	CC-1487-005-22
<b>CALIBRACION</b>						
MÉTODO:	COMPARACION DIRECTA CON CALIBRADOR MULTIFUNCION Y CALIBRADOR ACUSTICO PATRON					
PROCEDIMIENTO:	PEC-EL-51					
LUGAR DE CALIBRACION:	LABORATORIO DE ELECTRONICA Y OPTICA-ELICROM					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ACUSTICAS</b>		<b>CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ELECTRICAS</b>				
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	23.4	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	23.4			
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%RH):	32.9	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%RH):	62.9			
PRECION ATMOSFERICA MEDIA (mPa):	1000	PRECION ATMOSFERICA MEDIA (mPa):	1008			
<b>PRUEBAS ACUSTICAS</b>						
<b>PRECISION DE REFERENCIA</b>						
<b>PRECISION A</b>						
Frecuencia	Valor	Error	Clase	Tolerancia	Incertidumbre	
50	dB	±0	dB	±0	±0	
100	93.2	±0.2	±0.20	±1.2	0.21	
	100.2	±0.1	±0.10	±1.1	0.11	
	110.2	±0.2	±0.20	±1.2	0.21	
<b>PRECISION C</b>						
Frecuencia	Valor	Error	Clase	Tolerancia	Incertidumbre	
50	dB	±0	dB	±0	±0	
100	93.2	±0.5	±0.50	±1.5	0.51	
	100.2	±0.4	±0.40	±1.2	0.41	
	110.2	±0.4	±0.40	±1.2	0.41	

					
<b>PRUEBAS ELÉCTRICAS</b>					
<b>RESULTADOS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL</b>					
<b>PONDERACIÓN A</b>					
Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	54,0	53,6	-1,000	± 3,0	0,078
63	67,8	68,1	0,300	± 2,0	0,078
125	77,9	78,3	0,400	± 1,5	0,078
250	85,4	85,4	0,000	± 1,5	0,078
500	90,8	91,4	0,600	± 1,5	0,078
1000	94,0	94,1	0,100	± 1,5	0,078
2000	95,2	93,5	-1,700	± 2,0	0,078
4000	95,0	93,9	-1,100	± 3,0	0,078
8000	92,9	90,0	-2,900	± 5,0	0,078
<b>PONDERACIÓN C</b>					
Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	91,0	90,5	-0,500	± 3,0	0,078
63	93,2	92,7	-0,500	± 2,0	0,078
125	93,8	94,3	0,500	± 1,5	0,078
250	94,0	94,1	0,100	± 1,5	0,078
500	94,0	94,1	0,100	± 1,5	0,078
1000	94,0	94,2	0,200	± 1,5	0,078
2000	93,8	93,5	-0,300	± 2,0	0,078
4000	93,2	92,0	-1,200	± 3,0	0,078
8000	91,0	90,1	-0,900	± 5,0	0,078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

					
RESULTADOS DE LA EXACTITUD DEL ATENUADOR					
FRECUENCIA DE PRUEBA DE 1000Hz					
Nivel F.D.E. dB	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
130	94.0	94.1	0.1	± 1.0	0.078
120	84.0	84.1	0.1	± 1.0	0.078
110	74.0	74.2	0.2	± 1.0	0.078
100	64.0	64.1	0.1	± 1.0	0.078
90	54.0	54.2	0.2	± 1.0	0.078
FRECUENCIA DE PRUEBA DE 4000Hz					
Nivel F.D.E. dB	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
130	93.0	93.2	0.2	± 1.5	0.078
120	83.0	83.3	0.3	± 1.5	0.078
110	73.0	73.2	0.2	± 1.5	0.078
100	63.0	63.2	0.2	± 1.5	0.078
90	53.0	53.2	0.2	± 1.5	0.078
FRECUENCIA DE PRUEBA DE 8000Hz					
Nivel F.D.E. dB	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
130	95.1	95.3	0.2	+ 1.5 -2.5	0.078
120	85.1	85.3	0.2	+ 1.5 -2.5	0.078
110	75.1	75.3	0.2	+ 1.5 -2.5	0.078
100	65.1	65.2	0.1	+ 1.5 -2.5	0.078
90	55.1	55.2	0.1	+ 1.5 -2.5	0.078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

							
FRECUENCIA DE PRUEBA DE 8000Hz							
Nivel de Señal Aplicada dB	Nivel Esperado		Nivel Leído dB	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel ±	Incertidumbre dB
	Relativa Er dB	Diferencial Ed dB		Relativa Er dB	Diferencial Ed dB		
04	-	-	00.2	-	-	± 1.0	0.078
35	31.2	-	31.4	0.2	-	± 1.0	0.078
30	32.2	32.4	32.4	0.2	0.0	± 1.0	0.078
37	33.2	33.4	33.2	0.0	-0.2	± 1.0	0.078
38	34.2	34.2	34.6	0.4	0.4	± 1.0	0.078
39	35.2	35.6	36.3	1.1	0.7	± 1.0	0.078
40	36.2	37.3	36.5	0.3	-0.8	± 1.0	0.078
45	41.2	41.5	41.5	0.3	0.0	± 1.0	0.078
55	51.2	51.5	51.3	0.1	-0.2	± 1.0	0.078
65	61.2	61.3	61.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
75	71.2	71.3	71.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
85	81.2	81.3	81.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
95	91.2	91.3	91.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
105	101.2	101.3	101.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
115	111.2	111.3	111.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
125	121.2	121.3	121.3	0.1	0.0	± 1.0	0.078
128	122.2	122.3	122.4	0.2	0.1	± 1.0	0.078
127	123.2	123.4	123.6	0.4	0.2	± 1.0	0.078
128	124.2	124.6	124.5	0.3	-0.1	± 1.0	0.078
129	125.2	125.5	125.6	0.4	0.1	± 1.0	0.078
130	126.2	126.6	126.3	0.1	-0.3	± 1.0	0.078
RESULTADOS DE INDICACIÓN DE SOBRECARGA							
Frecuencia Hz	Nivel entrada dB	Lectura Esperada dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB	
1000	125.0	125.0	125.2	0.200	± 1.5	0.078	
800	125.8	125.3	125.6	0.300	± 1.5	0.078	
630	128.9	125.3	125.7	0.490	± 1.5	0.078	
500	128.2	125.3	126.2	0.900	± 1.5	0.078	
400	129.6	125.3	126.2	0.900	± 1.5	0.078	
315	131.6	125.3	126.2	0.900	± 1.5	0.078	
Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto							
OBSERVACIONES							
<p>La estimación de la incertidumbre expandida se realizó 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 <math>k=2,00</math>, que para una distribución t (de Student) con <math>\nu=10</math> (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración.</p> <p>NOTA: Se realizó el ajuste del equipo Lectura antes: 91,4 dB Lectura después: 94,0 dB</p>							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Sergio Rodríguez			FECHA DE EMISIÓN: 2022-11-15				
FECHA DE RECEPCIÓN DE ÍTEM: 2022-11-11			FECHA DE CALIBRACIÓN: 2022-11-13				



Entregado: 26/12/2023

15:48

Sita. Coraima Freire

*[Handwritten signature]*  
22/12/24  
15:12 pm

*[Handwritten signature]*

Autorizado y firmado electronicamente por:





Autenticación de certificado

*[Handwritten signature]*  
Ing. Savino Pineda  
Gerente Técnico



Firma electrónica

						
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>						
EMPRESA:	CABRERA ACOSTA ANDRES GONZALO					
DIRECCIÓN:	AV. ROFRIGO PACHANO Y PASAJE CABO MIRANDA					
TELÉFONO:	0987394375					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	ING. ANDRES CABRERA					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>						
EQUIPO:	DOSÍMETRO	CLASE:	2			
MARCA:	CRIFFER	UNIDAD DE MEDIDA:	dB			
MODELO:	SONUS 2 PLUS	RESOLUCIÓN:	0,1			
SERIE:	180166	RANGO:	(40 a 140) dB			
CÓDIGO CLIENTE:	NO ESPECIFICA	MODELO MICRÓFONO:	NO ESPECIFICA			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA	SERIE MICRÓFONO:	NO ESPECIFICA			
<b>PATRONES UTILIZADOS</b>						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	PRÓX. CAL	N° CERTIFICADO
EL.PC.055	CALIBRADOR MULTIFUNCION ACUSTICO	BRUEL AND KJER	4226	3166190	2023-11-15	CAS-543874-T2L2P6-001
EL.PT.1412	CALIBRADOR MULTIFUNCION	TRANSMILLE	3041A	L1577L19	2024-05-06	CC-2301-031-22
EL.PT.595	BAROMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160450374	2023-05-23	CC-2301-013-22
EL.PT.365	TERMOMIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22
<b>CALIBRACIÓN</b>						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN Y CALIBRADOR ACÚSTICO PATRÓN					
PROCEDIMIENTO:	PEC EL 51					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE ELECTRICA Y ÓPTICA (ELICROM)					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ACÚSTICAS</b>		<b>CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ELÉCTRICAS</b>				
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	23,3	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	23,2			
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR):	52,2	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR):	52,7			
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa):	1010	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa):	1010			
<b>PRUEBAS ACÚSTICAS</b>						
<b>FRECUENCIA DE REFERENCIA</b>						
<b>PONDERACIÓN A</b>						
Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB	
1000	94,0	93,6	-0,40	± 1,5	0,13	
	104,0	103,6	-0,40	± 1,5	0,13	
	114,0	113,6	-0,40	± 1,5	0,13	
<b>PONDERACIÓN C</b>						
Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB	
1000	94,0	93,7	-0,30	± 1,5	0,13	
	104,0	103,7	-0,30	± 1,5	0,13	
	114,0	113,8	-0,20	± 1,5	0,13	

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto

*Andrés Cabrera Mg.*  
02-06-24  
15:12 pm

 **presegman**  
Ing. Andrés Cabrera Mg.



RESPUESTA DE FRECUENCIA A BANDA DE OCTAVA

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	54,6	53,5	-1,10	± 3,0	0,20
63	67,8	68,4	0,60	± 2,0	0,20
125	77,9	78,4	0,50	± 1,5	0,20
250	85,4	85,7	0,30	± 1,5	0,15
500	90,8	91,0	0,20	± 1,5	0,15
1000	94,0	93,7	-0,30	± 1,5	0,13
2000	95,2	93,2	-2,00	± 2,0	0,20
4000	95,0	90,9	-4,10	± 3,0	0,20
8000	92,9	87,5	-5,40	± 5,0	0,28

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	91,0	91,8	0,80	± 3,0	0,20
63	93,2	93,9	0,70	± 2,0	0,20
125	93,8	94,4	0,60	± 1,5	0,20
250	94,0	94,4	0,40	± 1,5	0,15
500	94,0	94,2	0,20	± 1,5	0,15
1000	94,0	93,7	-0,30	± 1,5	0,13
2000	93,8	91,9	-1,90	± 2,0	0,20
4000	93,2	89,4	-3,80	± 3,0	0,20
8000	91,0	85,7	-5,30	± 5,0	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	93,2	-1,03	+ 1,0 - 2,0	0,26
SLOW	91,1	89,8	-1,35	± 2,0	0,37

Nota: Promedio de 10 mediciones por cada punto