



## FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

MONITOREO DEL ESPECTRO SONORO DE UN SISTEMA DE AIRE  
COMPRIMIDO PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL REAL DE  
ATENUACIÓN DE RUIDO DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS  
UTILIZADOS POR TÉCNICOS MECÁNICOS EN GRUPO PANA S.A.,  
LIMA, 2016.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

JORGE ANTONIO ROMERO PURIZACA

ASESOR:

Mg. Ing. CARLOS ENRIQUE AYALA ASENCIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

LIMA – PERÚ

2016

---

PRESIDENTE

---

SECRETARIO

---

VOCAL

*Para mis padres, Basilisa y Jorge, y mi  
hermana Evelyn.*

*Un agradecimiento especial para mi madre, ya que su contribución económica incondicional durante toda mi carrera universitaria permitió que yo me encuentre culminando esta etapa muy importante en mi vida resumiendo mi esfuerzo y sacrificio en este trabajo de investigación.*

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jorge Antonio Romero Purizaca, con DNI N° 73351648, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 01 de julio del 2016

---

Jorge Antonio Romero Purizaca

## **PÁGINA DEL JURADO**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Monitoreo del espectro sonoro de un sistema de aire comprimido para el cálculo del nivel de reducción de ruido de los protectores auditivos utilizados por técnicos mecánicos en Grupo Pana S.A., Lima, 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

# ÍNDICE

<b>PÁGINA DEL JURADO</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b>	<b>V</b>
<b>PÁGINA DEL JURADO</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>- 1 -</b>
1.1. Realidad problemática	- 1 -
1.2. Trabajos previos	- 5 -
1.3. Teorías relacionadas al tema	- 9 -
1.3.1. Ergonomía	- 9 -
1.3.1.1. Sistema persona-máquina (P-M)	- 9 -
1.3.1.2. Diseño de puestos de trabajo con enfoque ergonómico	- 12 -
1.3.2. Exposición al ruido	- 12 -
1.3.2.1. Sonido	- 13 -
1.3.3. Presión Sonora	- 15 -
1.3.4. Decibeles y Niveles	- 16 -
1.3.5. Volumen	- 19 -
1.3.6. Contornos iguales de volumen	- 19 -
1.3.7. Ponderación de niveles de presión sonora	- 20 -
1.4. Formulación del problema	- 21 -
1.4.1. General	- 21 -
1.4.2. Específicos	- 22 -

<b>1.5. Justificación del estudio</b>	<b>- 22 -</b>
1.5.1. Enfoque académico	- 22 -
1.5.2. Enfoque tecnológico	- 23 -
1.5.3. Enfoque económico	- 23 -
1.5.4. Enfoque institucional	- 24 -
1.5.5. Enfoque social	- 25 -
<b>1.6. Hipótesis</b>	<b>- 25 -</b>
1.6.1. Hipótesis General	- 25 -
1.6.2. Hipótesis Específicas	- 25 -
<b>1.7. Objetivos</b>	<b>- 25 -</b>
1.7.1. General	- 25 -
1.7.2. Específicos	- 26 -
<b>II. MÉTODO</b>	<b>- 27 -</b>
<b>2.1. Diseño de investigación</b>	<b>- 27 -</b>
<b>2.2. Variables, operacionalización</b>	<b>- 30 -</b>
<b>2.3. Operacionalización de variables</b>	<b>- 31 -</b>
<b>2.4. Población y muestra</b>	<b>- 32 -</b>
<b>2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>- 32 -</b>
<b>2.6. Validación y confiabilidad del instrumento</b>	<b>- 35 -</b>
<b>2.7. Métodos de análisis de datos</b>	<b>- 39 -</b>
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>- 42 -</b>
<b>3.1. Pre-prueba</b>	<b>- 42 -</b>
3.1.1. Pre-prueba grupo de control	- 45 -
3.1.2. Cálculo del nivel de atenuación de ruido – Grupo de Control	- 47 -
3.1.3. Pre-prueba grupo experimental	- 48 -
3.1.4. Cálculo del nivel de atenuación de ruido – Grupo Experimental	- 51 -
<b>3.2. Experimento</b>	<b>- 54 -</b>
<b>3.3. Post-prueba</b>	<b>- 55 -</b>

3.3.1.	Post-prueba grupo de control	- 55 -
3.3.2.	Cálculo del nivel de atenuación de ruido – Grupo de Control	- 58 -
3.3.3.	Post-prueba grupo experimental	- 58 -
3.3.4.	Cálculo del nivel de atenuación de ruido – Grupo Experimental	- 61 -
<b>IV.</b>	<b>CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	<b>- 63 -</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>- 67 -</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>- 68 -</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>- 73 -</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>- 75 -</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DIFERENTES RUIDOS EN DISTINTAS ESCALAS.....	- 15 -
TABLA 2. ESCALA LOGARÍTMICA DEL NIVEL DE PRESIÓN DEL SONIDO .....	- 17 -
TABLA 3. SUMATORIA DE DECIBELES .....	- 19 -
TABLA 4. FACTORES DE CORRECCIÓN EN LA ESCALA DE PONDERACIÓN A .....	- 21 -
TABLA 5. MULTAS IMPUESTAS POR SUNAFIL DE ACUERDO A LA GRAVEDAD DE LA INFRACCIÓN....	- 24 -
TABLA 6. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN - EXPERIMENTO “PURO” .....	- 29 -
TABLA 7. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	- 31 -
TABLA 8. INSTRUMENTOS/ EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD DEL SONÓMETRO .....	- 35 -
TABLA 9. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO .....	- 36 -
TABLA 10. CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO A UN NIVEL DE 114 DBA .....	- 36 -
TABLA 11. CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO A UN NIVEL DE 104 DBA .....	- 37 -
TABLA 12. CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO A UN NIVEL DE 94 DBA .....	- 37 -
TABLA 13. INSTRUMENTOS/ EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD DEL CALIBRADOR ACÚSTICO ..	- 38 -
TABLA 14. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN DEL CALIBRADOR ACÚSTICO .....	- 38 -
TABLA 15. RESULTADOS ANTES DEL AJUSTE DEL CALIBRADOR ACÚSTICO.....	- 38 -
TABLA 16. RESULTADOS DESPUÉS DEL AJUSTE DEL CALIBRADOR ACÚSTICO .....	- 38 -
TABLA 17. CONFIGURACIÓN DEL SONÓMETRO .....	- 39 -
TABLA 18. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE CALLAO - 2014 .....	- 42 -
TABLA 19. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE SAN MIGUEL - 2014 .....	- 42 -
TABLA 20. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE HONDA - 2014 .....	- 42 -
TABLA 21. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE SURQUILLO - 2014 .....	- 43 -
TABLA 22. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE MONTERO - 2014 .....	- 43 -
TABLA 23. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE SAN ISIDRO - 2014 .....	- 43 -
TABLA 24. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE SURCO - 2014 .....	- 43 -
TABLA 25. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN SEDE ATE - 2014 .....	- 43 -
TABLA 26. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO EN GRUPO PANA S.A. - 2014 .....	- 44 -
TABLA 27. GRUPO DE CONTROL Y EXPERIMENTAL PARA EXPERIMENTO .....	- 44 -
TABLA 28. RESULTADOS PRE-PRUEBA GRUPO DE CONTROL.....	- 46 -
TABLA 29. CÁLCULO DEL NIVEL DE ATENUACIÓN DE RUIDO REAL - MÉTODO N°2 NIOSH .....	- 48 -
TABLA 30. RESULTADOS PRE-PRUEBA GRUPO EXPERIMENTAL.....	- 50 -
TABLA 31. CÁLCULO DEL NIVEL DE ATENUACIÓN DE RUIDO REAL - MÉTODO N°3 NIOSH .....	- 53 -
TABLA 32. RESULTADOS POST-PRUEBA GRUPO DE CONTROL .....	- 56 -
TABLA 33. CÁLCULO DEL NIVEL DE ATENUACIÓN DE RUIDO REAL - MÉTODO N°2 NIOSH .....	- 58 -
TABLA 34. RESULTADOS POST-PRUEBA GRUPO EXPERIMENTAL.....	- 59 -
TABLA 35. CÁLCULO DEL NIVEL DE ATENUACIÓN DE RUIDO REAL - MÉTODO N°3 NIOSH GRUPO EXPERIMENTAL POST - PRUEBA.....	- 62 -
TABLA 36. RESUMEN DE RESULTADOS.....	- 63 -

**TABLA 37. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS - TÉCNICO MECÁNICO ..... - 69 -**  
**TABLA 38. MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN ..... - 151 -**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centró en monitorear el espectro sonoro del ruido emitido por un sistema de aire comprimido utilizado por los técnicos mecánicos de Grupo Pana S.A. con el fin de determinar si los protectores auditivos utilizados eran los más apropiados para proteger su salud. Estos trabajadores laboran en talleres mecánicos, donde los niveles de ruido llegan a 110 dB(A). Para realizar este estudio se utilizó un sonómetro integrador tipo I con filtro de 1/8 octavas y un calibrador acústico. La metodología de monitoreo se basó a lo establecido por la ISO 9612 y para el cálculo del nivel de reducción de ruido se utilizó el método n°2 y 3 de NIOSH. Los resultados obtenidos demostraron que los protectores auditivos utilizados sí eran los más apropiados para el tipo de espectro sonoro presente en el ambiente pero que erróneamente se pensaba que no eran los más efectivos debido a que se utilizaba un criterio muy básico para calcular el nivel de atenuación de ruido. Ante ello, se brindó las recomendaciones respectivas de diseño de puesto de trabajo para suministrar protectores auditivos adecuados y se recomendó realizar monitoreos constantes que ayude a controlar los niveles de ruido en el ambiente de trabajo.

**Palabras clave:** *ruido, protección auditiva, espectro sonoro.*

## **ABSTRACT**

The present investigation focused on monitoring the sound spectra of noise emitted by a compressed air system used by technical workers at Grupo Pana S.A. with the purpose of determinate whether hearing protectors used by them are the most appropriate to protect their health. This people work in mechanical workshops where noise levels can reach 110 dB(A).To execute this study, it used a 1/8 octave band filter type I sound level meter and its acoustic calibrator. The noise monitoring methodology was according to ISO 9612 and for the noise rate reduction; it used the second and third NIOSH method. The results obtained demonstrated that hearing protectors they used were actually the most appropriate for the sound spectra present in the work environment but the method they used to calculate the noise reduction level was so basic. According to this, it gave the respective recommendations related to workplace design to give to the workers adequate hearing protectors and made a monitoring plan of noise that help to control sound level in the work.

***Key words:*** noise, hearing protection, sound spectra