



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Evaluación de los niveles de exposición a ruido para prevención
de enfermedades ocupacionales del personal de Laboratorios
de Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Magister en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo**

Autores: Ing. Rosa Liliana Faicán Timbi
Ing. Klever Humberto Ochoa Briones

Director: Dr. Marco Antonio Niveló, Msc

Cuenca, Ecuador
2017

DEDICATORIA

A mi valiente hijo, durante este año aprendimos juntos a crecer en amor y fe. Te amo con todo mi corazón Estebitan.

Liliana.

A mi querida esposa e hija, Ustedes son mi motivación cada día.

Klever

AGRADECIMIENTO

Señor, gracias por la alegría de nuestro presente, enséñanos a esperar nuestro futuro con mucha confianza y danos sabiduría en las decisiones que tengamos que tomar.

A nuestras queridas familias, que siempre han sido el pilar y el impulso para lograr nuestras metas.

A nuestro estimado y distinguido tutor Dr. Marco Niveló, gracias a su confianza y enseñanzas hemos podido culminar esta nueva etapa en nuestra vida profesional.

Al valioso grupo de docentes de la Maestría S.O.S.T, el Tribunal de Grado y el personal del Departamento de Posgrados Universidad del Azuay, por su aporte humano y profesional.

A las autoridades y el personal de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, por permitirnos realizar una investigación exitosa y fructífera para nuestro desempeño profesional.

Los Autores.

RESUMEN

Si bien a las instituciones de enseñanza no se les asocia directamente con la presencia de un riesgo físico, hay una realidad detrás de ese pensamiento. Un análisis preliminar realizado por la Unidad de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica Salesiana, evidencia que en los Laboratorios de Mecánica existe exposición a ruido proveniente de maquinaria y equipos; sumado a ello, las estadísticas del Departamento Médico demuestran indicios de trastornos auditivos en el personal de esta área.

El estudio se enfoca a medir y evaluar los niveles de ruido al cual se encuentran sometidos los trabajadores del Laboratorio de Mecánica, además de verificar exposiciones extra laborales o de factores externos de ruido que puedan generar efectos adversos en los trabajadores.

La medición de ruido se realizó según la metodología establecida en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612 (*Primera edición 2014-01*) *Acústica. Determinación de la Exposición al Ruido en el Trabajo. Método de Ingeniería (ISO 9612:2009, IDT)*, mediante el uso de un sonómetro integrador, que permitió evaluar objetivamente los niveles de presión sonora y determinar los puestos de trabajo con mayor nivel de exposición a ruido. Finalmente se propone procedimientos con soporte documental que priorizan el control del ruido en el origen y en el medio, para corrección de las posibles desviaciones en el actual sistema de gestión.

PALABRAS CLAVE

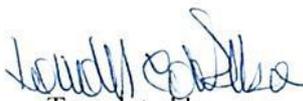
Ruido, hipoacusia, sonómetro, decibel, decibelio.

ABSTRACT

Although educational institutions are not directly associated with the presence of physical risk, there is a different reality behind that thought. A preliminary analysis conducted by the *Unidad de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica Salesiana (Universidad Politécnica Salesiana Safety, Health and Environment Department)*, demonstrated that there is exposure to noise from machinery and equipment in the Mechanics Laboratories. In addition, the statistics of the Medical Department showed evidence of hearing disorders among the staff that works in this area. The study focused on measuring and evaluating the noise levels to which the workers at the Mechanics Laboratories are exposed, as well as verifying exposures to extra-work or external noise factors that may generate adverse effects on workers. A noise measurement was performed according to the methodology established in the NTE INEN-ISO 9612 (First edition 2014-01) Acoustics Technical Standard known as. *Determinación de la Exposición al Ruido en el Trabajo. Método de Ingeniería (ISO 9612:2009, IDT)*. This was executed through the use of an integrating sound level meter, which made it possible to objectively assess sound pressure levels and to determine workplaces with a higher level of exposure to noise. Finally, the study proposed documental supported procedures to prioritize the control of noise in its origin and environment, so as to correct possible deviations in the current management system.

KEYWORDS: noise, hearing loss, sound level meter, decibel, decibels




Translated by
Lic. Lourdes Crespo

INDICE DE CONTENIDO

Introducción	Pág.
	1
CAPITULO 1	
PROBLEMÁTICA	
	Pág.
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación	3
1.5. Alcance	4
CAPITULO 2	
MARCO TEÓRICO	
	Pág.
2.1. Marco teórico legal	5
2.2. Marco teórico histórico	9
2.3. Marco teórico conceptual	12
2.3.1. Definiciones	12
2.4.2. Teoría del Sonido	14
2.3.3. Clasificación del ruido	17
2.3.4. Análisis de Bandas de Octava	18
2.3.5. Ponderación “A”	19
2.3.6. Instrumentos de Medida para el Ruido	20
2.3.7. Efectos del Ruido sobre el Organismo	21
	23
CAPITULO 3	
METODOLOGÍA	
	Pág.
3.1. Métodos	23
3.1.1. Etapa 1: Análisis del Trabajo	23
3.1.2. Etapa 2: Selección de las Estrategias de Medición	24
3.1.3. Etapa 3: Mediciones	24
3.1.4. Etapa 4: Tratamiento de errores e incertidumbre	26
3.1.5. Etapa 5: Cálculos de la incertidumbre y presentación de resultados	27
3.2. Población	27
3.3. Muestra	30
3.4. Herramientas y Técnicas de Medición	32

CAPITULO 4
INFORME DE RESULTADOS

	Pág.
4.1. Información general	38
4.2. Análisis del Trabajo y Encuestas	39
4.2.1. Inspección de las Áreas	46
4.2.2. Principales fuentes de ruido	51
4.2.3. Descripción de las actividades y funciones de los trabajadores	53
4.2.4. Duración de las Tareas	54
4.2.5. Identificación de grupos de exposición al ruido homogéneos	55
4.3. Selección de la estrategia	56
4.4. Mediciones	57
4.5. Tratamiento de errores	58
4.6. Cálculo y presentación de los resultados	59
	Pág.
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Bibliografía	75
Anexos	77

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Responsabilidad Patronal IESS 2016	8
TABLA 2. Hipoacusias Laborales en el Azuay	10
TABLA 3. Jubilaciones por Hipoacusia	11
TABLA 4. Selección de la estrategia de medición	24
TABLA 5. Tiempos de exposición permitido al ruido	26
TABLA 6. Distributivo Carrera de Ingeniería Mecánica UPS 2016-2017	29
TABLA 7. Sub clasificación de puesto de docentes	30
TABLA 8. selección de la muestra para el estudio de ruido en los Laboratorios de Mecánica UPS	31
TABLA 9. Muestra para el estudio de ruido por puestos de trabajo	32
TABLA 10. Matriz cualitativa de Riesgos Laborales en Laboratorios de Mecánica	50
TABLA 11. Fuentes de ruido en Laboratorios de Mecánica	52
TABLA 12. Actividades del Personal de Laboratorios	53
TABLA 13. Duracion de Tareas	54
TABLA 14. Grupos de exposición homogénea	55
TABLA 15. Medicion del ruido con sonómetro	57
TABLA 16. Evaluación de Ruido Laboral Docente Tipo 2	59
TABLA 17. Evaluación de Ruido Laboral Docente Tipo 3	60
TABLA 18. Evaluación de Ruido Laboral Técnico Docente	61
TABLA 19. Evaluación de Ruido Laboral Auxiliar de Laboratorio	62
TABLA 20. Evaluación de Ruido Laboral Bodeguero	63
TABLA 21. Matriz cuantitativa de Riesgos Laborales en Laboratorios de Mecánica	65
TABLA 22. Matriz para la gestión y control de ruido	70
TABLA 23. Hoja de Inspección CEAACES	72

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Pirámide de Kelsen	5
FIGURA 2. Índices de Morbilidad UPS	12
FIGURA 3. Onda sonora	14
FIGURA 4. Rango de Frecuencias	15
FIGURA 5. Propiedades físicas de la ondas	16
FIGURA 6. Características de la audición	16
FIGURA 7. Campo audible	17
FIGURA 8. Frecuencia de banda Hz	19
FIGURA 9. Curvas de Ponderación	20
FIGURA 10. Sonómetro	32
FIGURA 11. Pantalla Visor	33
FIGURA 12. Calibración de sonómetro	35
FIGURA 13. Calibración en campo	35
FIGURA 14. Protector anti-viento	36
FIGURA 15. Técnica para medición de ruido	37
FIGURA 16. Procesos CAV	37
FIGURA 17. Soldadura	37
FIGURA 18. Ensayos destructivos	37
FIGURA 19. Bodega	37
FIGURA 20. Centro de Mecanizado CNC	37
FIGURA 21. Control y Automatización	37
FIGURA 22. Mapa de Riesgos CAV	39
FIGURA 23. Mapa de Riesgos Soldadura	46
FIGURA 24. Mapa de Riesgos Ensayos Destructivos	47
FIGURA 25. Mapa de Riesgos CNC	47
FIGURA 26. Mapa de Riesgos Metrología	48
FIGURA 27. Mapa de Riesgos Mecatrónica	48
FIGURA 22. Mapa de Riesgos CAV	49

INTRODUCCIÓN

El ruido es considerado como un contaminante físico significativo para la sociedad actual, pues en mayor o menor grado todos estamos continuamente expuestos y en efecto, puede representar graduales pérdidas de la capacidad auditiva del hombre.

La unidad de ruido se denomina decibelios (dB) y se mide en una escala logarítmica, por lo tanto un pequeño aumento del nivel de decibelios equivale a un gran aumento del nivel de ruido Fundación MAPFRE (2015).

El desarrollo de la industria ha permitido el ingreso de maquinarias y herramientas, que mejoran los tiempos de producción, pero con efectos auditivos y extra auditivos que pueden causar el deterioro en la salud de los trabajadores Manuel Falagán (2008), lo explica de la siguiente manera: *“las nuevas tecnologías son el motivo de que cada vez exista mayor contaminación de ruido, esto nos ha obligado a habitar en un lugar agresivo para el hombre”* (p. 27).

Ahora bien esta contaminación de ruido no solo se encuentra en las industrias, *“también puede constituir un problema en otros entornos de trabajo, desde centros de recepción de llamadas, bares, ... y escuelas”*. Tregenza (2005).

La Universidad Politécnica Salesiana comprometida con el bienestar y salud de sus colaboradores, así como la productividad en la enseñanza a los estudiantes plantea la necesidad de desarrollar un plan de evaluación de riesgo físico por ruido, integrado al programa de mantenimiento de los equipos y maquinaria de los Laboratorios de Mecánica, que a su vez se alineen al modelo genérico exigido a las Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.

El Modelo Genérico del CEAACES, se encuentra soportado en La Ley Orgánica de Educación Superior y destaca como requisito disponer de infraestructura tecnológica propia y laboratorios especializados para asegurar una oferta educativa de calidad. Este subcriterio se ampara en el Reglamento de Régimen Académico (CES, 2014) en el Título II, Capítulo II, Art. 15, numeral 2: Componente de prácticas de aplicación y experimentación de los aprendizajes.- (...) Estas prácticas pueden ser, entre otras: actividades académicas desarrolladas en escenarios experimentales o en laboratorios, las prácticas de campo, trabajos de observación dirigida, resolución de problemas, talleres, manejo de base de datos y acervos bibliográficos. La planificación de estas actividades deberá garantizar el uso de conocimientos teóricos, metodológicos y técnico-instrumentales y podrá ejecutarse en diversos entornos de aprendizaje que garanticen la seguridad.

CAPÍTULO I

PROBLEMATICA

1.1 Planteamiento del Problema

El ruido laboral suele aceptarse como una parte del oficio, un aspecto inevitable y los trabajadores tienen la sensación de haberse acostumbrado, a esto se suma el desconocimiento de algunos empleadores sobre la obligatoriedad de evaluar periódicamente los niveles de ruido, para cuantificar el riesgo al que se encuentra afectado el trabajador y establecer programas de control y conservación de la audición.

Mientras que en las actividades educativas, el problema es especialmente preocupante, pues al no asociar directamente la presencia de un riesgo físico, por lo general se exigen instalaciones básicas, que no garantizan condiciones acústicas y ambientes adecuados. Esto conlleva a ejecutar acciones correctivas parciales, que en muchos de los casos resultan costosas o ineficaces.

La exposición al ruido en los lugares de trabajo puede disminuir la coordinación y concentración, aumentando la posibilidad de sufrir accidentes; además puede desencadenar afecciones acústicas, así como trastornos cardiovasculares, digestivos y nerviosos; insomnio y cansancio. El grado de afectación dependerá de factores como: tiempo y niveles de exposición, edad, si es hombre o mujer, susceptibilidad, entre otros, Cortés Díaz, J. M. (2007)

Siendo que en los Laboratorios de Mecánica; fuente de nuestro estudio, existe una interacción profesor-estudiante, se deben considerar las diferentes fuentes sonoras.

Según Martínez (2007) en su estudio Alerta por Ruido en Salones, indica que cuando en las clases existe un ruido de fondo, mientras más alto este sea, el profesor deberá elevar su voz alcanzando los 50 y 60 decibeles.

Cuando el Técnico Docente y Laboratorista dirige una clase a sus estudiantes tiene una particularidad que requiere el uso de ciertos equipos y maquinarias por lo que la exposición al ruido es más alta que al producido en una aula de clase convencional.

1.2 Formulación del Problema

Conforme las estadísticas de morbilidad, llevadas por el Departamento Médico de la Universidad Politécnica Salesiana, el médico ocupacional ha manifestado una

preocupación por las Enfermedades de Oído relacionadas con el área de Servicios Generales, que es donde pertenecen el personal de los Laboratorios de Mecánica, lugar donde se pretende realizar la evaluación y propuesta de mejora para garantizar espacios de trabajo en un ambiente de confort auditivo, que permita un rendimiento laboral de acuerdo a los requerimientos técnico-legales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el monitoreo y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DEL PERSONAL DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA y proponer procedimientos con soporte documental, para el control del ruido en la fuente y en el medio integrados al mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinarias.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico inicial del Laboratorio identificando las fuentes de ruido presentes.
- Desarrollar la medición de la exposición a ruido utilizando la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612 Método de Ingeniería.
- Plantear procedimientos y métodos de control, en la fuente y en el medio, encaminados a disminuir el impacto del ruido sobre el trabajador.
- Elaborar un programa que se alinee a los requisitos del sistema de evaluación de los laboratorios del Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior para asegurar una oferta educativa de calidad.

1.4 Justificación

En el tema de seguridad y salud en el trabajo, lo que asombra es la diversidad de reacciones de algunos sectores a nivel de gestión. Las primeras sorpresas vienen de ciertos empresarios que por falta de información dicen que es algo nuevo y que necesitan tiempo para poder trabajar en sistemas de prevención de riesgos laborales,

cuando existen trabajadores que ya están afectados porque nunca se trabajó en prevención de manera técnica y que hoy en día sufren posibles enfermedades profesionales de diferente índole, entre ellas la hipoacusia neurosensorial que se genera por exposiciones a ruido excesivas.

La exposición de los trabajadores a niveles elevados de ruido conlleva a lesiones auditivas y una serie de efectos extra auditivos, como trastornos cardiovasculares, digestivos, nerviosos; insomnio, incluso irritación y cansancio. Sin embargo, cuando la exposición a niveles altos es prolongada -mayor a cinco años-, causa pérdida de audición. Hernández Díaz, A., & González Méndez, B. (2008).

La norma INEN ISO 9612 incluye métodos de predicción de los niveles de presión acústica en los lugares de trabajo; esta herramienta permite a los técnicos predecir situaciones futuras y consecuentemente aportar con criterios de mejora desde el punto de vista preventivo. El coste de este tipo de simulaciones, compensa con creces los beneficios alcanzados.

1.5 Alcance

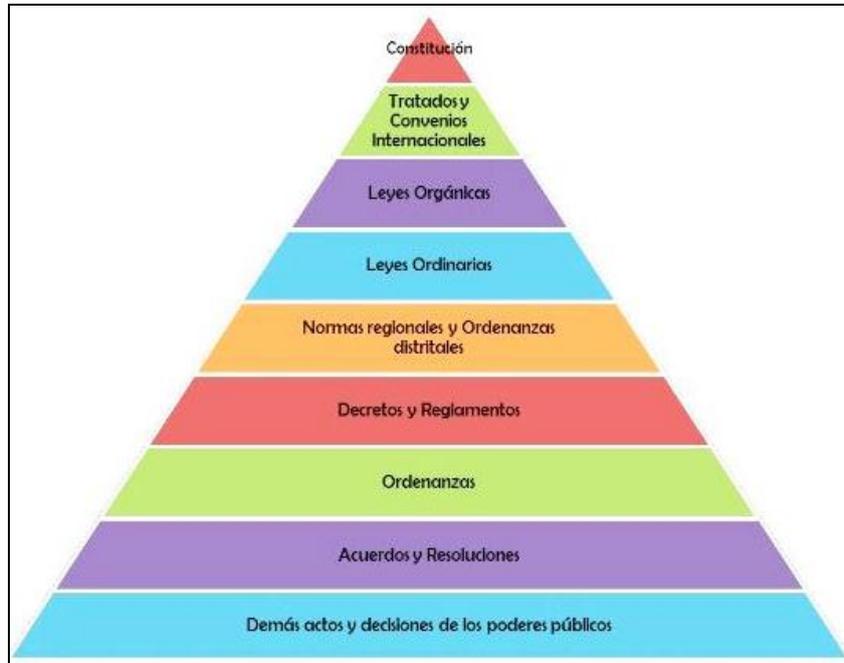
Estudio técnico pormenorizado de las fuentes de ruido en los Laboratorios de Mecánica de la UPS, que incluyen evaluaciones técnicas y propuestas en los diferentes niveles de actuación para la consecución de ambientes sonoros adecuados, de acuerdo a los requerimientos legales en materia de seguridad y salud ocupacional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico Legal

**FIGURA 1:
PIRAMIDE DE KELSEN**



Fuente: Internet (www.ecuadorlegalonline.com)

Adaptación: Autores

Esta representación gráfica sirve de apoyo para escalonar jurídicamente la normativa referente al estudio propuesto:

- ✚ **Constitución de la República del Ecuador del 2008**, artículo 326, el derecho al trabajo se sustenta en el siguiente principio aplicado al riesgo laboral: Numeral 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.
- ✚ **El Convenio 148 de la OIT:** sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones), 1977 Publicado en el **Registro Oficial 654** del 22 de agosto 1978 en su artículo Art. 9 En la medida de lo posible, se deberá eliminar todo riesgo debido a la contaminación del aire, al ruido y a las vibraciones en el lugar de trabajo: a) mediante medidas técnicas aplicadas a las nuevas instalaciones o a los nuevos procedimientos en el momento de su diseño o de su instalación o

mediante medidas técnicas aportadas a las instalaciones u operaciones existentes, o cuando esto no sea posible, b) mediante medidas complementarias de organización del trabajo.

- ✚ **El Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo / Resolución 957 Capítulo I: Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo**, dado en la ciudad de Lima, Perú, a los veintitrés días del mes de septiembre del año dos mil cinco.- Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, en su Artículo 1, *“los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo”*.

- ✚ **El Código Orgánico General De Procesos**, Artículo 142.- Contenido de la demanda. La demanda se presentará por escrito y contendrá: 7. El anuncio de los medios de prueba que se ofrece para acreditar los hechos. Se acompañarán la nómina de testigos con indicación de los hechos sobre los cuales declararán y la especificación de los objetos sobre los que versarán las diligencias, tales como la inspección judicial, la exhibición, los informes de peritos y otras similares. Si no tiene acceso a las pruebas documentales o periciales, se describirá su contenido, con indicaciones precisas sobre el lugar en que se encuentran y la solicitud de medidas pertinentes para su práctica.

- ✚ **El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo - Decreto Ejecutivo 2393**, que a pesar de estar en vigencia hace algunos años atrás, hoy en día se convierte en la herramienta que permite viabilizar y gestionar medida de prevención. Como lo dice en su Capítulo V: Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos Y Biológicos, art 4. *“En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su trasmisión, y sólo cuando resultaron técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante”*. Además en su Artículo 55. Ruidos y Vibraciones.- Numeral 6. Se fija como límite de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el

trabajador mantiene habitualmente la cabeza. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente trabajo intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 65 decibeles de ruido. Numeral 7. *“Si no fuese posible la disminución del ruido por debajo de 85 dB (A), a través de otras técnicas, por imperativo del proceso industrial, la empresa suministrará a los trabajadores expuestos, los medios de protección personal adecuados o regulará los períodos de actividad, de acuerdo con las tablas de tiempo y exposición permisible”.*

- ✚ **La Resolución C.D. 513, emitida el 4 de Marzo del 2016 por el Consejo Directivo del I.E.S.S., contiene el nuevo Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo que deroga la Resolución C.D. 390 del 10 de noviembre del 2011; se especifica los factores de riesgo que se considerarán en los trabajos**
Art. 9.- Factores de Riesgo de las Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- *“Se consideran factores de riesgos específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional u ocupacional, y que ocasionan efectos a los asegurados, los siguientes: químico, físico, biológico, ergonómico y psicosocial. Se considerarán enfermedades profesionales u ocupacionales las publicadas en la lista de la Organización Internacional del Trabajo, OIT y que constan en el Primer Anexo de la presente Resolución, así como las establecidas en la normativa nacional; o las señaladas en instrumentos técnicos y legales de organismos internacionales, de los cuales el Ecuador sea parte”* Además establece que toda empresa en el Ecuador se ve obligada a alinearse al cumplimiento de las normativas conforme el **Art. 55.- Mecanismos de la Prevención de Riesgos del Trabajo:** *“Las empresas deberán implementar mecanismos de Prevención de Riesgos del Trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias, haciendo énfasis en lo referente a la acción técnica que incluye: Identificación de peligros y factores de riesgo, Medición de factores de riesgo, Evaluación de factores de riesgo, Control operativo integral, Vigilancia ambiental laboral y de la salud, Evaluaciones periódicas”.*

- ✚ **La Resolución No. C.D. 517, Registro Oficial No. 801 del 20 de julio del 2016, por el Consejo Directivo del I.E.S.S., publicó el nuevo Reglamento General de Responsabilidad Patronal, que en el artículo 15 literal d determina la cuantía de**

pago por responsabilidad patronal a causa del incumplimiento de normas de prevención de riesgos en el trabajo.

TABLA No.1
RESPONSABILIDAD PATRONAL

TIPOS DE CAUSALIDAD	NÚMERO DE CAUSAS INCUMPLIDAS		
	1 a 10	11 a 20	21 o MÁS
CAUSAS DIRECTAS	23,92 %	47,85%	83,73%
CAUSAS INDIRECTAS	1,20 %	2,39%	12,68%
CAUSAS BÁSICAS	3,59 %	N/A	N/A

Fuente: Res C.D.517 IESS

Adaptación: Autores

Según esta tabla se cobrará el valor de la prestación otorgada multiplicada por la sumatoria de los porcentajes.

Pero si la consecuencia del siniestro es incapacidad permanente total absoluta o una fatalidad, la cuantía será del 100% de la prestación generada. Anteriormente la cuantía era entre 3 y 30 salarios básicos unificados. Y aunque tenga responsabilidad patronal, paga menos quien evidencie más trabajo en seguridad y salud ocupacional.

- ✚ **La Universidad Politécnica Salesiana - UPS**, creada mediante Ley N° 63 expedida por el Congreso Nacional y publicada en el Registro Oficial, suplemento del 5 de agosto de 1994 - N° 499, es una institución de derecho privado sin fines de lucro, cofinanciada con fondos provenientes del Estado, con personería jurídica propia y autonomía responsable: académica, administrativa, financiera y orgánica.
- ✚ En el **Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo** de la Universidad Politécnica Salesiana, Título III De los Riesgos Ocupacionales Propios de la Institución. Según el **Art. 33.- Gestión de riesgos.-** El área encargada de la Seguridad y Salud dentro de la Universidad Politécnica Salesiana realizará continuamente las siguientes acciones correspondientes a la gestión de riesgos: 1) Identificación de peligros y factores de riesgo 2) Evaluación de riesgos 3) Medición de contaminantes y 4) Control de riesgos. **Art. 39.- Clasificación de riesgos ocupacionales.-** La Universidad Politécnica Salesiana ha agrupado a los riesgos

inherentes a sus actividades, según la siguiente clasificación: 1) Riesgos Físicos 2) Riesgos Mecánicos 3) Riesgos Químicos 4) Riesgos Biológicos 5) Riesgos Psicosociales 6) Riesgos Ergonómicos. **Art. 40.- Riesgos Físicos.-** La Universidad Politécnica Salesiana ha establecido reglas generales para cada uno de los siguientes factores de riesgo físico existentes en la Institución: 1) Deficiencia de iluminación 2) Ruido 3) Calor 4) Frío 5) Radiaciones UV producidas por monitores de computador 6) Radiaciones UV provenientes de rayos solares 7) Radiaciones ionizantes y no ionizantes provenientes de la operación de equipos presentes en los laboratorios 8) Electricidad 9) Descargas Atmosféricas 10) Lluvia 11) Incendio y 12) Explosión. **Art. 42.- Ruido.-** Se controlará este factor de riesgo asegurando que: 1) En cada lugar de trabajo se cumpla con los niveles sonoros y tiempos de exposición establecidos por la legislación ecuatoriana. 2) Eliminando en lo posible las fuentes de emisión de ruido existentes o encerrándolas con el fin de evitar la exposición de los trabajadores a dichas fuentes.

- ✚ El Modelo Genérico del **CEAACES**, se encuentra soportado en La Ley Orgánica de Educación Superior y destaca como requisito disponer de infraestructura tecnológica propia y laboratorios especializados para asegurar una oferta educativa de calidad. Este subcriterio se ampara en el **Reglamento de Régimen Académico (CES, 2014) en el Título II, Capítulo II, Art. 15, numeral 2:** Componente de prácticas de aplicación y experimentación de los aprendizajes.- (...) Estas prácticas pueden ser, entre otras: actividades académicas desarrolladas en escenarios experimentales o en laboratorios, las prácticas de campo, trabajos de observación dirigida, resolución de problemas, talleres, manejo de base de datos y acervos bibliográficos. La planificación de estas actividades deberá garantizar el uso de conocimientos teóricos, metodológicos y técnico-instrumentales y podrá ejecutarse en diversos entornos de aprendizaje que garanticen la seguridad.

2.2 Marco Teórico Histórico

Según José Peralta (1998), es en el año 1948 donde se da el primer caso de compensación por pérdida de la audición. En 1968 se formula un reglamento donde se norma que para 8 horas de trabajo los niveles de ruido de exposición serán de 85 dB.

Con esta ley los empleadores vieron que se podía dar un crecimiento en las compensaciones, presionando entonces para que se modifique el reglamento y se aumente el nivel de ruido a 90 dB, lo cual fue considerado y puesto en la reglamentación.

A nivel mundial, según un informe de la OMS el ruido está en los cinco principales factores de riesgo para la salud. En total **unos nueve millones de españoles** (el 22% de la población) están expuestos a niveles de sonido que sobrepasan los 65 decibelios diarios que establece la OMS como máximo; y en Europa, unos 110 millones de ciudadanos están sometidos al tope que indica la Agencia Europea del Medioambiente.

En la última Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo se indica que el 30% de los trabajadores manifiestan estar expuestos a altos niveles de ruido durante al menos una cuarta parte de su jornada. En España en el año 2015 se notificaron a la Seguridad Social 790 casos de hipoacusia/sordera de un total de 18.700 casos de enfermedades profesionales (4,2% del total)

TABLA No.2

HIPOACUSIAS LABORALES EN AZUAY (2012 – 2015)			
Año	Denuncias Aprobadas	Denuncias Negadas	Ocupación del afiliado:
2012	1	0	Albañil
2013	1	0	Chofer
2014	2	0	Chofer - Electricista
2015	4	1	Mecánica (2) - Chofer – Albañil

Fuente: IESS- Departamento de Riesgos del Trabajo, Azuay

Adaptación: Autores

Según el detalle en la Tabla 2 las estadísticas por denuncias por hipoacusias laborales en el Azuay se han venido incrementando las denuncias, además existen casos de jubilaciones por hipoacusias en el 2015, dentro del ámbito educacional (tabla 3).

TABLA No. 3

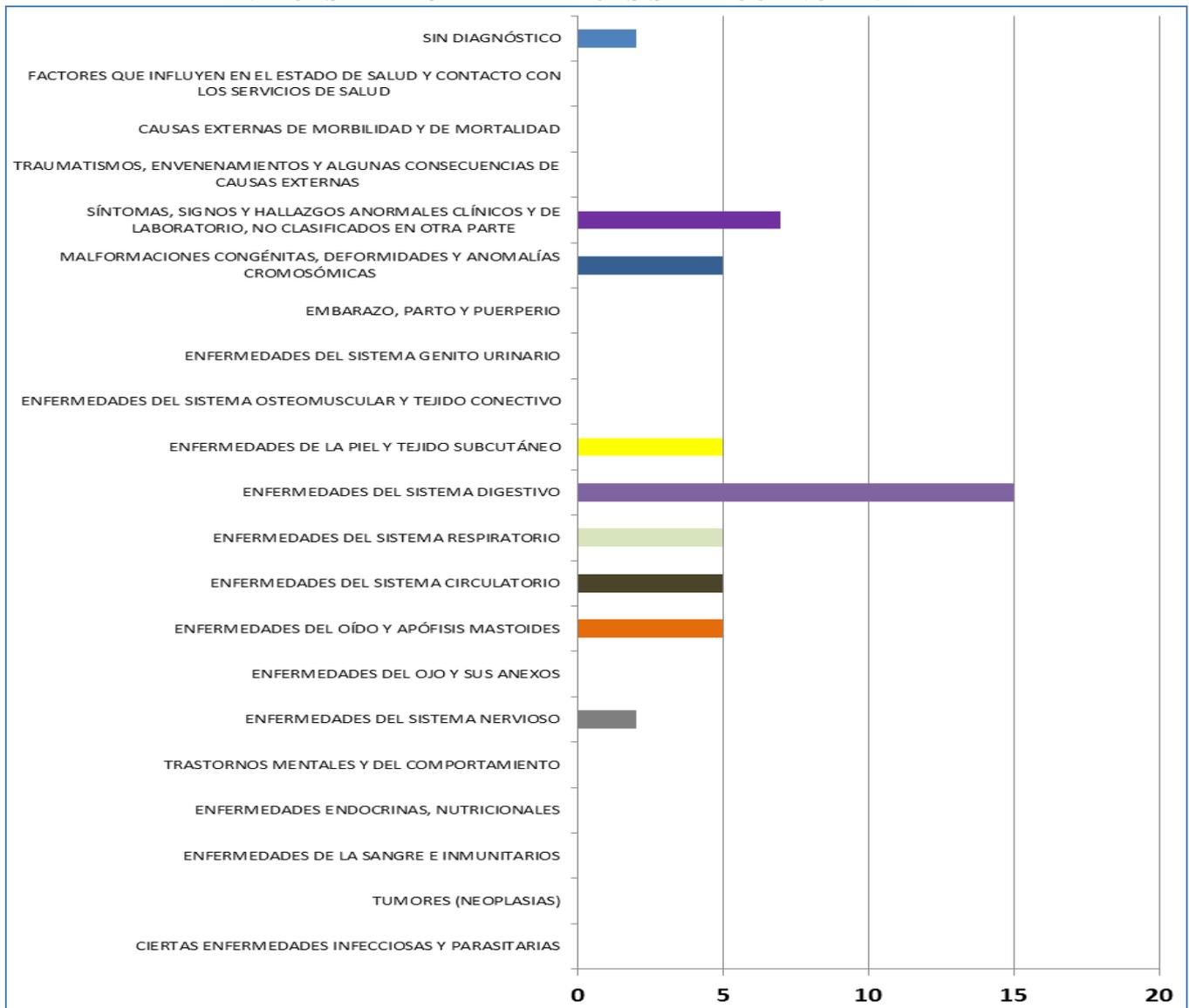
JUBILACIONES POR HIPOACUSIA CONDUCTIVA Y MIXTA -AZUAY 2015-			
Mes	No. Casos	Invalidez	Ocupación del afiliado
Julio	4	3	Profesor(3) – conserje (1)
Septiembre	1	NO	Profesor
Octubre	1	NO	Oficinista colegio

Fuente: IESS- Departamento de Riesgos del Trabajo, Azuay

Adaptación: Autores

El personal de los Laboratorios de Mecánica (objeto de nuestro estudio), se expone incluso, a niveles acústicos más altos que los producidos en aulas de clase convencional, esto debido a la exposición a diferentes fuentes sonoras provenientes de las máquinas y herramientas industriales, lo cual hace sospechar que podría estar causando enfermedades del sistema auditivo, sobre todo revisando las estadísticas del departamento médico (figura 2) en donde ya se registran ciertos efectos/síntomas en el sistema auditivo del personal de Servicios Generales, que es donde pertenecen los Laboratoristas y Técnico Docentes.

FIGURA No. 2
ÍNDICES DE MORBILIDAD UPS SEDE CUENCA 2015



Fuente: Departamento Medico UPS

2.3 Marco Teórico Conceptual

2.3.1 Definiciones

- **Frecuencia:** Numero de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal en un segundo. Se representa con el símbolo “f” y su unidad de medida es el hercio “Hz”.
- **Período:** es el tiempo transcurrido en completar un ciclo. Se representa con el símbolo “T” y su unidad de medida es el segundo “s”.
- **Longitud de onda:** Es la distancia recorrida por una onda durante un tiempo igual al periodo. Se representa con el símbolo “λ” y su unidad de medida es el metro “m”.

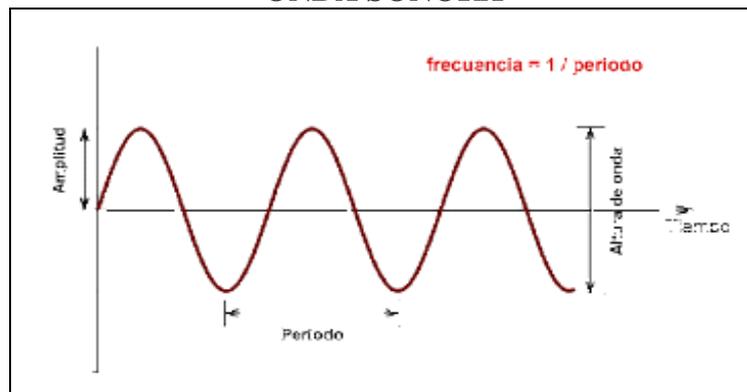
- **LEX,8h:** Nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada laboral nominal de 8 h.
- **Lp,A,T = Lp,A,eqT:** Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A sobre un período T
- **Potencia acústica:** cantidad de energía acústica que emite un foco en unidad de tiempo. Se expresa en vatio (W).
- **Presión acústica:** cantidad de energía acústica por unidad de superficie. Se mide en pascal (1 Pascal = 1 N/m²).
- **Intensidad acústica:** cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo. Se expresa en W/m².
- **Decibelio:** unidad adimensional relacionada con el logaritmo de una cantidad medida y otra referencia.
- **Riesgo:** Combinación de la posibilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o exposición y la severidad de lesión o **enfermedad (3.8)** que pueden ser causados por el evento o la exposición
- **Peligro:** Fuente, situación, o acto con un potencial de daño en términos de lesión o **enfermedad** o una combinación de éstas.
- **Sitio de trabajo:** Cualquier locación física en la que las actividades relacionadas con el trabajo son realizadas bajo el control de la organización
- **Enfermedad:** Condición física o mental adversa e identificable que suceden y/o se empeoran por alguna actividad de trabajo y/o una situación relacionada con el trabajo.
- **Incidente:** Evento relacionado con el trabajo en que la lesión o **enfermedad** o fatalidad ocurren, o podrían haber ocurrido
- **Seguridad y Salud Ocupacional (S&SO):** Condiciones y factores que afectan, o podrían afectar, la salud y seguridad de los empleados u otros trabajadores (incluyendo trabajadores temporales y personal contratista), visitantes, o cualquier otra persona en el área de trabajo
- **Equipo de Protección Individual (EPI),** destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o su salud.

- **Audiometría:** Es la determinación de la magnitud y grado de pérdida auditiva por parte del trabajador. Un daño auditivo puede ser definido como el deterioro de la aptitud para escuchar y entender el lenguaje diario, originado por una lesión de las células y tejidos del oído interno del trabajador.

2.3.2 Teoría del Sonido

El sonido se considera, bajo dos puntos de vista: subjetivamente, se refiere a la sensación auditiva en el cerebro y objetivamente a los aspectos físicos del movimiento ondulatorio tales como, frecuencia, periodo, longitud de onda, etc., magnitudes todas ellas que se puedan medir con toda precisión.

FIGURA No. 3
ONDA SONORA



Fuente: internet (<https://es.wikipedia.org/wiki/sonido>)

Desde el punto de vista físico, se puede definir como un fenómeno vibratorio que a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce se propaga en ese medio bajo la forma de variación periódica de presión. Esta variación de la presión ambiental es lo que se denomina presión acústica

Según esta definición Cortés Díaz (2007) menciona, el sonido ha de originarse en un foco productor y necesita de un medio de transmisión para poder llegar al foco receptor (individuo).

Si se entiende por un foco productor cualquier elemento capaz de producir un movimiento vibratorio, la ecuación del movimiento de este elemento viene dado por la presión:

$$A = A_0 \cdot \text{sen } \omega t.$$

donde: A = Elongación
 A_0 = Amplitud
 t = Tiempo
 ω = Frecuencia ($2\pi f$)

Si el movimiento es complejo la expresión del movimiento será:

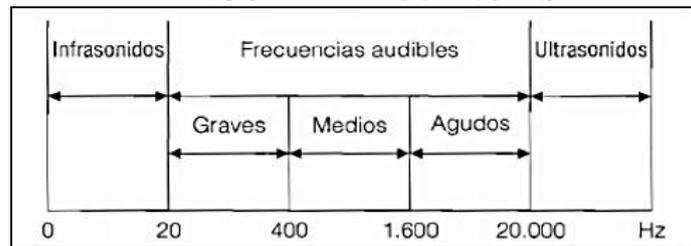
$$A = A_0 + A_1 \cdot \text{sen } \omega t + A_2 \cdot \text{sen } \omega t + \dots,$$

En la presentación gráfica de una oscilación se llama periodo (T), al tiempo que tarda en realizar un ciclo completo. Se mide en segundos (s).

El número de ciclos por segundos recibe el nombre de frecuencia (f) y por consiguiente es la inversa del período, ($f = 1/T$). Se mide en Hercios (Hz) y es la que determina el tono del sonido.

Cuando la frecuencia del sonido es inferior a 20 Hz, este no provoca la sensación auditiva en el hombre (infrasonidos) al igual a cuando el sonido es demasiado agudo, por encima de los 20.000 Hz (ultrasonidos).

FIGURA No. 4
RANGO DE FRECUENCIAS.



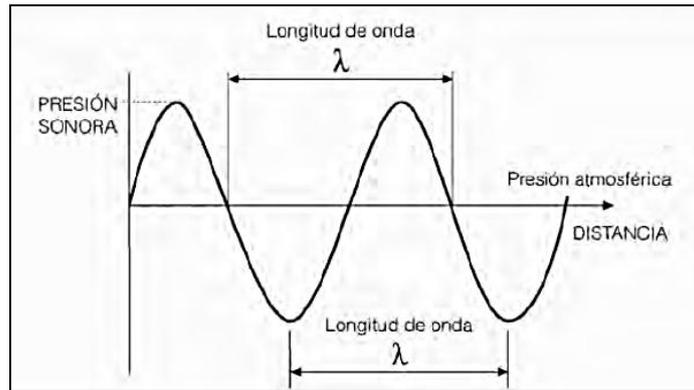
Fuente: José María Cortés (2007)

La distancia que recorre una onda sonora en el tiempo de un período se denomina longitud de onda (λ), y depende de la velocidad de propagación (C) y del período o la frecuencia.

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \quad \text{ó} \quad \lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$$

Dependiendo a su vez la velocidad de propagación de las condiciones ambientales (presión y temperatura) y fundamentalmente del medio en el que se propaga, llamado campo acústico. Esta velocidad de propagación en el aire es de 340 m/seg.

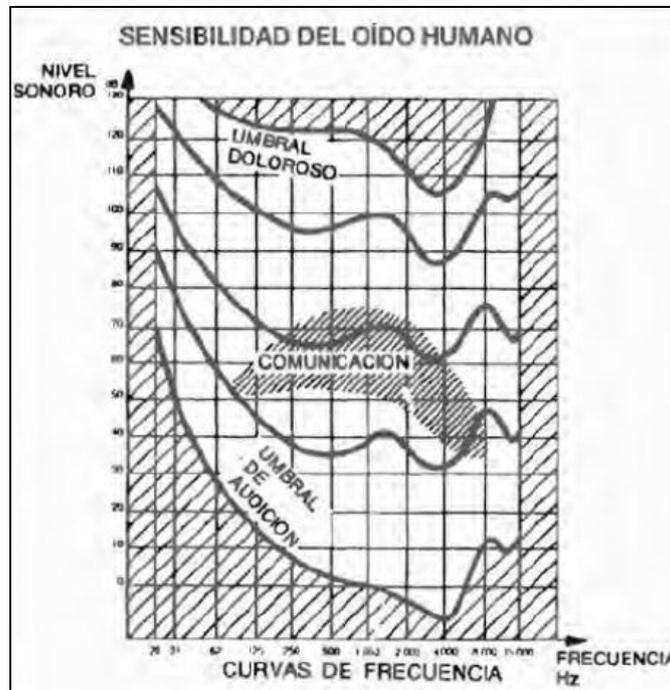
FIGURA No.5
PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ONDAS.



Fuente: José María Cortés (2007)

Fletcher y Munson plantean un gráfico constituido por una serie de curvas de igual intensidad de sensación sonora, llamadas isosónicas, donde se aprecia que la sensibilidad es máxima para 4.000 Hz y disminuye mucho para las bajas frecuencias. Por ello se dice que el oído se comporta a bajas frecuencias como un poco sordo, mientras que a elevas frecuencias actúa en toda su plenitud, produciéndose la máxima fatiga para las frecuencias de 4.000 Hz

FIGURA No. 6
CARACTERÍSTICAS DE LA AUDICIÓN.

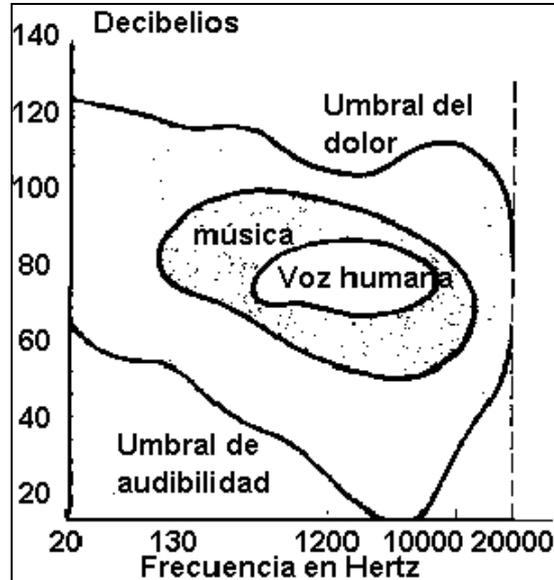


Fuente: Fletcher y Munson (1930)

El sonido viaja como una onda cuya intensidad y frecuencia varían en el tiempo moduladas por el propio sistema de fonación, denotando estrecha relación con el

sistema auditivo, adaptado especialmente para recibir y procesar el estímulo acústico de la voz humana, la figura 6 y 7 ubica los sonidos del habla dentro de los sonidos audibles.

**FIGURA No. 7
CAMPO AUDIBLE**



Fuente: José María Cortés (2007)

Es decir que los ruidos comprendidos entre 40 y 60 dB resultan soportables, entre 65 y 80 dB son fatigosos, entre 80 y 115 dB pueden producir sordera y superiores a 120 dB resultan insoportables.

2.3.3 Clasificación del ruido

Ruido de impacto: se entiende por ruido de impacto o de impulso aquel en el que el NPA decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúa en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior o igual a 0,2 segundos.

Ruido continuo: se entiende por ruido continuo o estacionario, aquel en el que NPA se mantiene constante en el tiempo y posee máximos estos se producen en intervalos menores de un segundo. (Ruido de un ventilador, máquina de fabricación continua, etc.).

Los ruidos continuos pueden ser: estables o variables.

Ruido estable: cuando su NPA ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo. Cuando realizada la medición con el sonómetro en SLOW la diferencia de valores máximo y mínimo es inferior a 5 dB (A).

Ruido variable: cuando el NPA oscila más de 5 dB(A) a lo largo del tiempo. Un ruido variable puede descomponerse en varios ruidos estables. Por ejemplo una jornada de trabajo de 1 hora a 85 dB (A), 5 horas a 91 dB(A), 2 horas a 93 dB(A).

2.3.4 Análisis de Bandas de Octava

El MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía de Manuel Jesús Falagán Rojo, Arturo Canga Alonso Pedro Ferrer Piñol, José Manuel Fernández Quintana (2008). Indica que para decidir las medidas de atenuación que deben adoptarse ante un problema de ruidos, es necesario conocer no sólo el nivel de presión acústica, sino que es preciso conocer además cómo la energía acústica se distribuye en cada uno de los rangos de frecuencia que componen el sonido o ruido problema.

El análisis de frecuencias de un sonido complejo permite dividir la gama de frecuencias audibles, que va de 20 a 20.000 Hz en secciones o bandas.

Para ello es necesario la utilización de filtros menciona Cortés Díaz, J. M. (2007), los más comunes son los de octava y los de tercio de octava. En el primero se analiza una banda de frecuencia tal que las frecuencias superiores o inferiores están en relación $f_2/f_1 = 2$, mientras que en las de un tercio de octava, proporcionan una banda con una anchura tal que las frecuencias están en la relación $f_2/f_1 = \sqrt[3]{2}$.

Es decir el Manual define una octava como una banda de frecuencia en la que, la frecuencia más alta es dos veces la frecuencia más baja. El nombre de octava se deriva del hecho de que una de estas divisiones abarca las ocho notas de la escala diatónica musical. Se denomina frecuencia central de la banda a la media geométrica de las frecuencias extremas, y que se utiliza para denominar la banda. Así la banda con frecuencias extremas de 707 Hz y 1.414 Hz se la denomina banda de octava de 1.000 Hz. Un tercio de octava cubre una gama en la que la frecuencia más alta es 1,26 la frecuencia más baja. (raíz cúbica de dos).

FIGURA No. 8
FRECUENCIAS DE BANDA Hz

Frecuencias inferiores (Hz)									
22	44	88	176	353	707	1414	2828	5656	11313
Frecuencias centrales (Hz)									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Frecuencias superiores (Hz)									
44	88	176	353	707	1414	2828	5656	11313	22627

Fuente: Manuel Falagán Bojo, (2008).

2.3.5 Ponderación “A”

El MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES también indica que la percepción del sonido por el oído humano es un complejo proceso, porque depende del nivel de precisión acústica y de la frecuencia del sonido. Dos ruidos pueden tener un nivel de presión acústica similar y presentar una distribución de frecuencias diferentes, siendo tanto más molesto e irritante en las altas frecuencias. Para que lo registre de forma similar a como lo percibe el oído humano, es decir, que pondere el nivel de presión acústica en función de la frecuencia es necesario que la medida del ruido se realice con un Equipo (Sonómetro), que tiene incorporado filtros, cuya misión es la descomponer las presiones acústicas recibidas según su frecuencia de esta manera se toma en cuenta las distintas sensibilidades del oído humano, según su frecuencia, es decir los filtros cuyas curvas de respuesta están tomadas aproximadamente de la red de curvas isosónicas. Estos descomponen las presiones acústicas recibidas según su frecuencia y el sonómetro da lectura única la suma ponderada de dichas presiones.

Internacionalmente se han normalizado cuatro de estas curvas denominadas de ponderación A,B,C,D y U, que se detalla en la figura 9.

FIGURA No. 9 CURVAS DE PONDERACIÓN

Curvas de Ponderación “Tipo”

Curva A (dBA). Mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano, aunque los estudios de psicoacústica modernos cuestionan esta afirmación. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma. Por ello, es la curva que se utiliza a la hora de legislar.

Curva B (dBB). Su función era medir la respuesta del oído ante intensidades o para intensidades medias. Como no tiene demasiadas aplicaciones prácticas es una de las menos utilizadas. Muchos sonómetros no la contemplan.

Curva C (dBC). Mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. Es tanto, o más empleada que la curva “A” a la hora de medir los niveles de contaminación acústica. También se utiliza para medir los sonidos más graves. De aplicación legal en niveles pico.

Curva D (dBD). Se utiliza, casi exclusivamente, para estudiar el nivel de ruido generado por los aviones.

Curva U (dBU). Es la curva de más reciente creación y se utiliza para medir ultrasonidos, no audibles por los seres humanos.

Fuente: Manuel Falagán Bojo, (2008).

2.3.6 Instrumentos de Medida para el Ruido

La evaluación de los niveles de sonido, representa una técnica necesaria para realizar un diagnóstico de la situación de partida como etapa previa a todo programa de reducción del ruido, Fundación MAPFRE. (2015), en este caso el indicio que se tiene respecto a cómo se manifiesta la presión acústica en los laboratorios de mecánica.

Sonómetro: es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica expresado en decibelios, independientemente de su efecto fisiológico. Registra un nivel de energía sobre el espectro de 0 a 20.000 Hz. Con objeto de tener en cuenta las distintas sensibilidades del oído humano, según su frecuencia, los sonómetros están dotados de filtros cuyas curvas de respuesta están tomadas aproximadamente de la red de curvas isosónicas. Internacionalmente se han normalizado diferentes curvas de sensibilidad, siendo la curva de ponderación A la que da los niveles más próximos a los percibidos por el oído humano.

Dosímetro: es un aparato que integra de forma automática los dos parámetros importantes desde el punto de vista higiénico: el nivel de presión acústica y el tiempo de

exposición, obteniéndose directamente lecturas de riesgo expresadas en porcentajes de la dosis máxima permitida legalmente para ocho horas diarias de exposición al riesgo.

Analizador de bandas de octava o de tercio de octava: el analizador de bandas de octava se utiliza para determinar la intensidad del ruido, para caracterizarlo, en cada una de las frecuencias (Hertz), y debe hacerse en todos los casos en que el nivel de ruido supere los 80 dBA.

2.3.7 Efectos del Ruido sobre el Organismo

El deterioro auditivo inducido por ruido (hipoacusia neurosensorial) es muy común, pero a menudo se subestima porque no provoca efectos visibles ni dolor, produce una pérdida de comunicación gradual y progresiva, social y una pérdida de sensibilidad a los sonidos del entorno.

La capacidad de oír correctamente suele darse por supuesta hasta que se pierde. Estas pérdidas pueden ser tan graduales que pasan inadvertidas hasta que el deterioro resulta incapacitante y se presentan problemas de comunicación, que se manifiesta cuando solicita a sus compañeros que le repitan con frecuencia las órdenes, causando molestia en el entorno laboral.

Cortés Díaz, menciona que la acción de ruido sobre el organismo se manifiesta de varias formas, bien por acción reflejada o por repercusión sobre el psiquismo del individuo.

En el orden fisiológico, el ruido causa las siguientes alteraciones:

- Aparato circulatorio:
 - Vaso constricción periférica.
 - Aumento de la presión arterial.
 - Aumento de ritmo cardiaco.
- Aceleración del metabolismo.
- Acción sobre el aparato muscular, aumentando el tono muscular.
- En el aparato digestivo produce inhibición de las secreciones gástricas.
- Aumento del ritmo respiratorio.

En el orden psicológico el ruido causa estrés, que se manifiesta por alteraciones del temperamento e irritabilidad.

El tipo de actividad desarrollada por el individuo ejerce una influencia en el desagrado que este experimenta.

López González L, en su investigación con jóvenes trabajadores de una industria textil en Cuba encontró que los obreros que utilizaban los medios de protección auditiva presentaban menos afectación que los que no lo hacían, influyendo también el tiempo de uso de los mismos.

De acuerdo al American National Standards Institute, el déficit auditivo promedio a la edad de 60 años es de solo 17 dB para varones y de 12 dB para mujeres.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Métodos

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN-ISO 9612: ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO. MÉTODO DE INGENIERIA (ISO 9612:2009, IDT)

El método de ingeniería permite medir el ruido en un entorno de trabajo y calcular su nivel de exposición, para lo cual se requiere la observación y el análisis de las condiciones de manera que se pueda controlar la calidad de las mediciones.

3.1.1 Etapa 1: Análisis del Trabajo

En esta etapa, la Norma requiere:

- a) describir las actividades de la empresa y las funciones de los trabajadores incluidos en el estudio,
- b) definir grupos de exposición al ruido homogéneos,
- c) determinar una o varias jornadas nominales para cada trabajador o grupo,
- d) identificar las tareas que constituyen las funciones,
- e) identificar los posibles eventos de ruido significativos.

3.1.2 Selección de las Estrategias de Medición

La selección de la estrategia se realizará basándonos en el Anexo B de la norma INEN-ISO 9612; cuya metodología se detalla en el requisito 9 de la norma, y se encuentra diagramado según la tabla 3:

TABLA No. 4
SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

TIPO O PAUTA DE TRABAJO	ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
	Estrategia 1 Medición basada en la tarea	Estrategia 2 Medición basada en la función	Estrategia 3 Medición de la jornada completa
Puesto de trabajo fijo – Tarea simple o única	√*	-	-
Puesto de trabajo fijo – Tareas complejas o múltiples	√*	√	√
Trabajador móvil – Pauta previsible – Pequeño número de tareas	√*	√	√
Trabajador móvil – Trabajo previsible – Gran número de tareas o situaciones de trabajo complejas	√	√	√*
Trabajador móvil – Pauta de trabajo imprevisible	-	√	√*
Trabajador fijo o móvil – Tareas múltiples con duración no especificada de las tareas	-	√*	√
Trabajador fijo o móvil – Sin tareas asignadas	-	√*	√
√ La estrategia se puede realizar *Estrategia recomendada			

Fuente: NTE INEN – ISO 9612 (2014-01).

Esta guía de selección proporciona la estrategia básica para medir el ruido dependiendo el tipo de trabajo.

3.1.3 Mediciones

La INEN-ISO 9612 establece que para las mediciones de tareas únicas o múltiples en puestos de trabajo fijos, se pueden utilizar sonómetros portátiles o fijos.

Por lo se utilizó un sonómetro optimus. Instrumento de Cirrus Research de última generación potente y fácil de usar para realizar mediciones de ruido, que cuenta con la calibración acreditada y cumpliendo requisitos de calibración de campo y pasos a seguir cuando el elemento que nos ayuda con la medición es un sonómetro integrador promediador.

Luego de realizar la calibración de campo como criterio de control se define una localización y altura del micrófono a cuentas de que el sonómetro este en el plano de sustentación en este caso las labores se las realiza de pie por lo que el micrófono durante todo el periodo de medición se lo oriento en la posición donde se registre el máximo nivel de ruido y sujetado todo el tiempo con la mano a una distancia detrás del trabajador lo más lejos posible de su cuerpo y con el brazo extendido para evitar interferencias.

Las mediciones deben ser realizadas durante el desarrollo habitual de las actividades para que el procesamiento de la información sea confiable.

La duración de la adquisición de datos del ruido en bandas de octava por cada tarea se la realiza por un periodo de cinco minutos con tres repeticiones por estudio a fin de garantizar y cubrir las variaciones de ruido durante el estudio, considerando una jornada de trabajo de ocho horas, calculando el nivel de exposición del ruido ponderado A, a partir de la contribución de cada una de las tareas desarrolladas por el trabajador.

Para el ruido procedente de las actividades que se consideren como silenciosas (como planificación o pausas) sólo se realizaran breves muestras del nivel de ruido durante estas tareas: $L_{p,A,eqTe} < 70$ dB.

Si la diferencia entre los niveles de ruido medidos sobrepasa los 3 dB, se deben realizar al menos tres mediciones suplementarias.

Los datos de las mediciones se almacenan en la memoria del instrumento y se pueden visualizar posteriores al trabajo de campo.

Según los criterios de exposición establecidos en el decreto ejecutivo 2393 (legislación aplicable) se define cuanto tendría que aumentar o descender el nivel sonoro para mantener una medida seleccionada de riesgo de pérdida de audición:

TABLA No. 5

TIEMPO PERMITIDO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO	
Nivel Sonoro (Db)	Tiempo de exposición por jornada/hora/dB (A - lento)
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: D.E 2393 – MTE / Adaptación: Autores

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados en la tabla 5 corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1, para el caso de exposición intermitente deberá considerarse el efecto combinado de los niveles sonoros que sean igual o que excedan 85 dB. En ningún caso se deberá sobrepasar el nivel de 115dB cualquiera que fuere el tipo de trabajo.

3.1.4 Tratamiento de Errores

El cálculo de la incertidumbre presentada durante la realización de la medición se detalla en el numeral 14 de la normativa INEN ISO 9612:

Las principales fuentes de incertidumbre en el resultado son:

- a) las variaciones en el trabajo diario, las condiciones de funcionamiento, la incertidumbre en el muestreo, etc.;
- b) los instrumentos y la calibración;
- c) la posición del micrófono;
- d) las falsas contribuciones, por ejemplo, del viento, de las corrientes de aire o los impactos en el micrófono o el roce del micrófono sobre la ropa;
- e) un análisis del trabajo mal hecho o no realizado;

f) las contribuciones de las fuentes de ruido atípicas, la palabra, la música (radio), las señales de alarma y los comportamientos atípicos.

El elemento a) depende de la complejidad de la situación de trabajo. Se considera que estas variaciones son las más elevadas para un trabajador móvil entre fuentes de ruido no constantes. El elemento b) depende de la ubicación donde se ha fijado el micrófono y de la clase de instrumento y calibrador que se ha utilizado. Los elementos c), d) y e) se deberían reducir si se hace una buena práctica según se especifica en esta norma internacional. En cuanto al elemento f) este tipo de fuentes eventuales de incertidumbre se deben identificar durante el análisis de trabajo y se debe decidir si se deben incluir o no.

Las contribuciones importantes al ruido se deben identificar durante el análisis de trabajo y durante las mediciones. Si se detecta una contribución significativa de las fuentes de error, las mediciones se deben rechazar o corregir.

3.1.5 Cálculos de la Incertidumbre

Dado que las magnitudes implicadas no están correlacionadas, según la INEN ISO 9612 la incertidumbre típica combinada para el nivel de exposición al ruido ponderado A $L_{EX,8h}$, $u(L_{EX,8h})$ se debe calcular, de acuerdo con la Guía ISO/IEC 98-3, a partir de los valores numéricos de las contribuciones a la incertidumbre, como sigue:

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1,a,m}^2 (u_{1,a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right) \quad (C.3)$$

donde

- $u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m , ver el apartado C.2.3;
- $u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la tarea m , ver el apartado C.2.3;
- $u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados para la tarea m ;
- u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono;
- $c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m ;
- m es el número de tarea;
- M es el número total de tareas.

La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$.

3.2 Población

Para el presente estudio, se solicitó el distributivo del periodo 2016 – 2017 de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana- Sede Cuenca y se generó una matriz en Excel (tabla 6), en la cual se puede identificar a los trabajadores por PUESTO Y SITIO DE TRABAJO, con el objetivo de seleccionar la muestra, considerando que la investigación está dirigida al personal expuesto a ruido laboral en los Laboratorios.

En la Carrera de Ingeniería Mecánica existen los siguientes puestos:

1. Docente
2. Técnico Docente
3. Auxiliar de Laboratorio
4. Bodeguero

Por políticas de la Universidad, se han protegido los nombres del personal que suman treinta trabajadores:

TABLA 6.
DISTRIBUTIVO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA UPS 2016 - 2017

ID	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
PERIODO:	2016 - 2017
SEDE:	MATRIZ CUENCA
CAMPUS:	EL VECINO
CARRERA:	INGENIERÍA MECÁNICA
# TRABAJADORES:	30

NOMBRE	PUESTO DE TRABAJO	SITIO DE TRABAJO
TRABAJADOR A	DIRECTOR DE CARRERA	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR B	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR C	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR CH	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR D	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR E	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR F	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR G	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR H	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR I	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR J	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR K	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR L	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR LL	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR M	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR N	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR Ñ	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR O	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR P	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
TRABAJADOR Q	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR R	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR RR	DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR S	DOCENTE	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR T	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR U	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR V	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR W	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR X	AUXILIAR LB	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR Y	AUXILIAR LB	LABORATORIOS DE MECÁNICA
TRABAJADOR Z	BODEGUERO	LABORATORIOS DE MECÁNICA

Realización: Autores

Fuente: UPS

3.3 Muestra

Criterios de Inclusión

- ✓ Personal de la Carrera de Ingeniería Mecánica que desarrollen actividades en el espacio físico asignado a Talleres/Laboratorios

Criterios de Exclusión

- ✓ Pasantes

En base a entrevistas se evidenció los sitios de trabajo y considerando que la evaluación de ruido laboral se efectuará en los Laboratorios de Mecánica, se seleccionó a los trabajadores que realicen actividades dentro de esta área.

Sin embargo para facilitar el estudio y como propuesta de nuestra investigación al personal docente se le dará la siguiente subclasificación, según el área de trabajo:

TABLA No.7.
SUB CLASIFICACIÓN DE PUESTO DE DOCENTES.

SUB CLASIFICACIÓN	ÁREA DE TRABAJO
DOCENTE TIPO 1	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS
DOCENTE TIPO2	LABORATORIOS DE MECÁNICA
DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y LABORATORIOS DE MECÁNICA

Realización: Autores

Fuente: UPS – Sede Cuenca

Con esta sub división se incluyó una columna a la matriz del Distributivo de Personal de Ingeniería Mecánica para selección de la muestra para estudio, como se representa en la tabla 8.

TABLA No. 8
SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO

ID	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
PERIODO:	2016 - 2017
SEDE:	MATRIZ CUENCA
CAMPUS:	EL VECINO
CARRERA:	INGENIERÍA MECÁNICA
# TRABAJADORES:	30

NOMBRE	PUESTO DE TRABAJO	SITIO DE TRABAJO	GENERO	MUESTRA PARA ESTUDIO
TRABAJADOR X	AUXILIAR LB	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR Y	AUXILIAR LB	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR Z	BODEGUERO	LABORATORIOS DE MECÁNICA	MUJER	SI
TRABAJADOR C	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR E	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR F	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR G	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR I	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR J	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR M	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR Q	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR S	DOCENTE TIPO 3	EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS / LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR CH	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	MUJER	SI
TRABAJADOR D	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR N	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR Ñ	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR O	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR R	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR RR	DOCENTE TIPO 2	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR U	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR V	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR W	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI
TRABAJADOR T	TÉCNICO DOCENTE	LABORATORIOS DE MECÁNICA	HOMBRE	SI

Realización: Autores

Fuente: UPS – Sede Cuenca

Realizando un filtro a la matriz con selección del personal para la muestra resulta:

TABLA No. 9

MUESTRA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO POR PUESTOS DE TRABAJO

PERSONAL EN LABORATORIOS DE MECÁNICA			
CARGO	CANTIDAD DE TRABAJADORES		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
DOCENTE TIPO 2	6	1	7
DOCENTE TIPO 3	9	0	9
TÉCNICO DOCENTE	4	0	4
AUXILIAR DE LABORATORIO	2	0	2
BODEGUERO	0	1	1
MUESTRA PARA ESTUDIO:			23

Realización: Autores

Fuente: UPS – Sede Cuenca

3.4 Herramientas y Técnicas de Medición

Sonómetro Modelo: 172 A

Marca: CIRRUS

**FIGURA No. 10
SONÓMETRO CIRRUS**



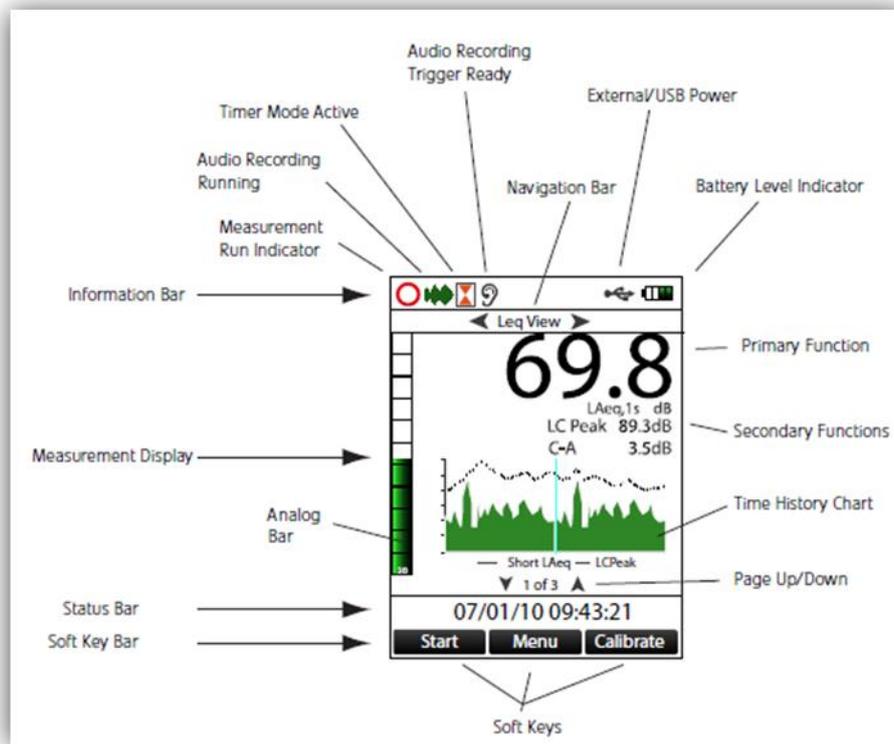
Fuente: Ficha Técnica Sonómetro Cirrus Red

Tiene una capacidad de medir de 20dB(A) a 140 dB(A) (y hasta 143 dB(C) instantáneo) en un único rango de medición. Por ello no es necesario elegir el rango de amplitud requerido para las mediciones, y así se evita la sobrecarga o subcarga del instrumento.

Graba y almacena las mediciones de ruido que se efectúen. Estos datos pueden descargarse junto para un posterior análisis y revisión.

Pantalla / Visor: La pantalla del instrumento Optimus, figura 11; proporciona una visión clara de toda la información requerida.

FIGURA No. 11
PANTALLA VISOR SONOMETRO



Fuente: Ficha Técnica Sonómetro Cirrus Red

Nivel sonoro: En esta pantalla se muestra el nivel de presión sonora, con los niveles sonoros mínimos y máximos para las distintas curvas de ponderación A, C y Z.

Leq: Esta pantalla muestra los valores Leq, Peak (Pico), de exposición sonora (SEL) y los valores A-C con el diferente rango de ponderaciones temporales: A, C y Z.

Los datos C-A nos indicarán los métodos correctos de protección auditiva. Este módulo es usado comúnmente para la evaluación de ruido laboral tal como las regulaciones y control de ruido en el trabajo.

Banda de octava 1:1: Esta pantalla muestra los niveles de ruido divididos en bandas de octava, que resultan de gran ayuda para elegir el protector auditivo adecuado y también para llevar a cabo controles sonoros. Algunos modelos también tienen una función que muestra las curvas NR y NC y sus valores resultantes.

Banda de octava 1:3: Esta pantalla muestra los niveles sonoros divididos en bandas de frecuencia de octava 1:3 (llamadas ‘tercio de octava’). Se suelen usar para mediciones de ruido ambiental y también para ejecutar controles sonoros.

Dosis: La Pantalla Dosis ofrece un número variado de funciones dependiendo de cómo se haya configurado en los Ajustes Rápidos. Esta pantalla muestra el Leq, LEX,8, % Dosis y Dosis estimada además de un cálculo de la exposición proyectada.

Calibración: Un equipo de medición de ruido debe calibrarse antes de cada uso ya que el micrófono es propenso a dañarse incluso por pequeños golpes. La calibración aplica correcciones para asegurar que las mediciones son lo más exactas posibles.

La calibración también debería llevarse a cabo al terminar la medición para asegurarse de que no le ha pasado nada al instrumento en el transcurso de la sesión.

Para calibrar el sonómetro, se inserta totalmente el micrófono en el orificio que se encuentra en un lado del calibrador, el aro del cierre debe quedar dentro, ver figura 12.

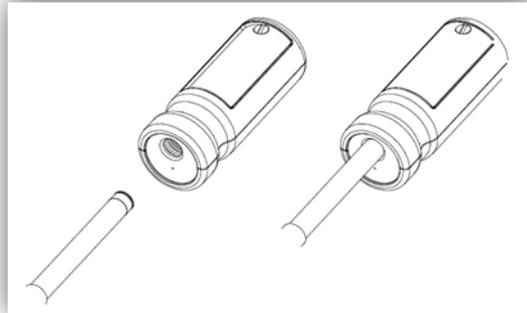
Se pulsa el botón ‘on’ situado en uno de los extremos del calibrador y luego el botón de calibrar en el sonómetro optimus.

El instrumento medirá el nivel de sonido emitido por el calibrador acústico para determinar si se encuentra dentro de la tolerancia y niveles requeridos. El nivel de calibración debe ser estable y alrededor de los $\pm 0.075\text{dB}$ durante 5 segundos consecutivos para que la calibración sea exitosa.

Al terminar la calibración el optimus mostrará el nivel junto con cualquier corrección o ajuste que se haya aplicado.

El nivel de calibración deseado es 93.7dB.

FIGURA No. 12
CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO.



Fuente: Ficha Técnica Sonómetro Cirrus Red

FIGURA No. 13
CALIBRACIÓN EN CAMPO



Fuente: Autores (calibración de sonómetro)

Protector anti-viento: La espuma anti-viento reducirá los niveles de ruido que generadas por las turbulencias del viento sobre la cápsula del micrófono.

También protege la cápsula del micrófono de polvo y fluidos que podrían afectar al funcionamiento del instrumento.

FIGURA No. 14
PROTECTOR ANTI-VIENTO



Fuente: Ficha Técnica Sonómetro Cirrus Red

Encendido: El Sonómetro está listo para realizar mediciones una vez encendido, aparece la pantalla de funcionamiento normal y la fecha y hora se muestran en la barra inferior

Medición: El medidor debe estar montado en un trípode o sujetado en la mano. Al realizar una medición, el operador debe situarse a una distancia detrás del instrumento colocado en el trípode, o extender el brazo (ver figura 15) que sostiene el sonómetro lo más lejos posible de su cuerpo para evitar interferencias.

FIGURA No. 15
TÉCNICA PARA MEDICIÓN DE RUIDO.



Fuente: Autores (calibración de sonómetro)

Se presiona el botón “Start” para empezar a grabar las mediciones para todas las funciones disponibles, independientemente de la vista seleccionada, y el icono rojo aparecerá en la parte superior izquierda de la barra de información. Para detener la medición presione la tecla Stop. El instrumento cambiará de modo medición a revisión, y sus datos se almacenarán y estarán listos para revisarse.

CAPÍTULO IV

INFORME DE RESULTADOS

4.1 Información General

Los Laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, permiten a los docentes enseñar a analizar y realizar mediciones en las diferentes ramas de ingeniería: mecánica, industrial, eléctrica y ambiental.

Cuentan con máquinas para que los estudiantes realicen prácticas y puedan comprobar las diferentes leyes y principios de la estática, dinámica, hidráulica y neumática. Y otras para adiestramiento en arranque de viruta, procesos industriales, diseño y armado de circuitos de procesos de automatización industrial.

Disponen también de equipos e instrumentos para realizar ensayos de dureza, tracción, etc.; determinando el índice de cada uno respecto de la aprueba a realizar.

Además destinan espacios con computadores y escritorios, que sirven de apoyo en las clases teóricas.

En los Laboratorios de Ingeniería Mecánica, fuente de nuestro estudio se observan varias máquinas y equipos que permiten a los estudiantes realizar prácticas de refrendado, moleteado, cilindrado, etc.; es decir todo lo que tiene que ver con procesos de arranque con viruta.

Como se indicó anteriormente, el estudio se realizará con los Trabajadores que pertenezcan a la Carrera de Ingeniería Mecánica y que desarrollen actividades en el espacio físico asignado a Talleres/Laboratorios:

- Aulas en talleres
- Laboratorio CAV
- Soldadura
- Ensayos destructivos
- Laboratorio CNC
- Metrología
- Mecatrónica
- Automatización y control CA
- Bodega

LABORATORIOS DE INGENIERIA MECANICA

FIGURA 16. PROCESOS CAV



FIGURA 17. SOLDADURA



FIGURA 18. ENSAYOS DESTRUCTIVOS



FIGURA 19. BODEGA



FIGURA 20. CENTRO DE MECANIZADO CNC



FIGURA 21 CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN



Realización: Autores

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana

4.2 Análisis del trabajo y encuestas

Para iniciar el estudio, se decide realizar una encuesta en campo a la muestra de trabajadores seleccionados, la misma que nos permitió conocer lo siguiente:

1 DATOS GENERALES

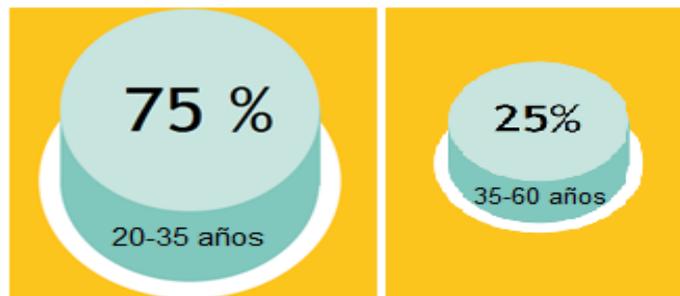
Pregunta 1.1. Sexo



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 20% del personal encuestado es del sexo femenino, mientras que el 80% es masculino

Pregunta 1.2. Edad



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 75% del personal encuestado es una población joven, mientras que del 25% su edad fluctúa entre los 36 y 60 años.

2 CONDICIONES DE TRABAJO: Entre los datos más relevantes se obtuvieron:

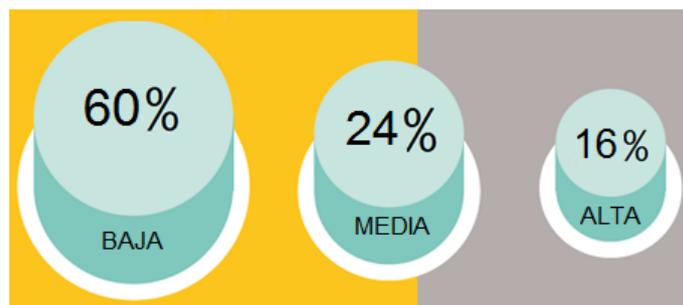
Pregunta 2.1. Años de Trabajo



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 58% de los encuestados manifiesta estar trabajando en la Institución menos de 5 años, es decir que el personal es relativamente nuevo, mientras que el 42% indica haber trabajado de 6 a 15 años.

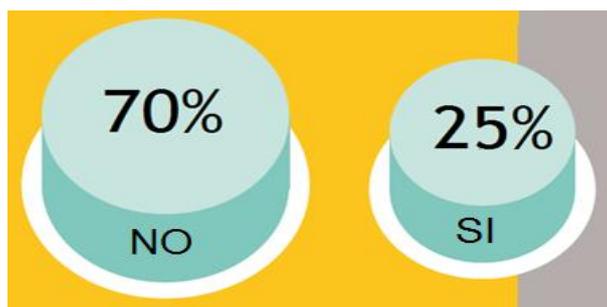
Pregunta 2.5. Exposición a ruido laboral



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 60% de los colaboradores indican una exposición baja al ruido proveniente de actividades en los talleres de Mecánica, mientras que el 24% y 16%, manifiestan respectivamente media y alta exposición a niveles de ruido laboral.

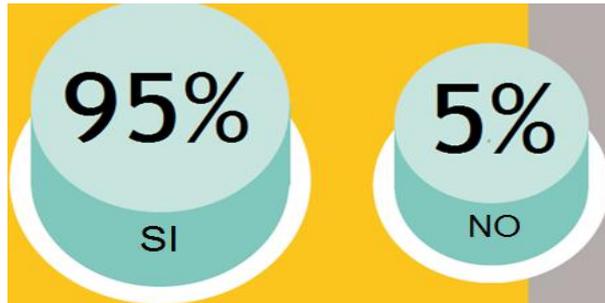
Pregunta 2.6. Equipo de Protección Individual



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 70% de la muestra manifiesta que no utiliza algún tipo de EPI para las actividades que implican exposición a ruido, un 25% que si utiliza.

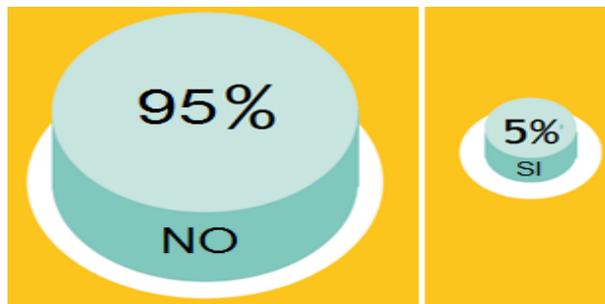
Pregunta 2.7. Pausas de trabajo



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 95% de la muestra indica que si realiza pausas durante las actividades que tienen presencia de ruido, mientras que el 5 % no realiza ningún tipo de pausa.

Pregunta 2.8. Duración de las pausas de trabajo



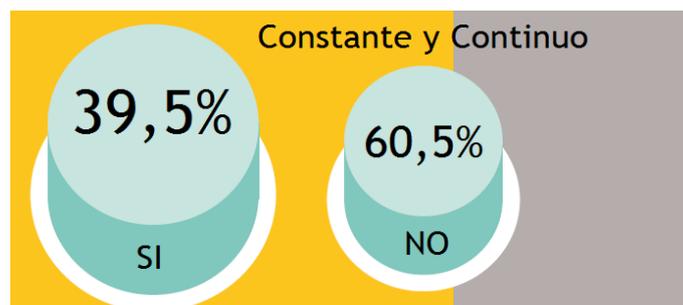
Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

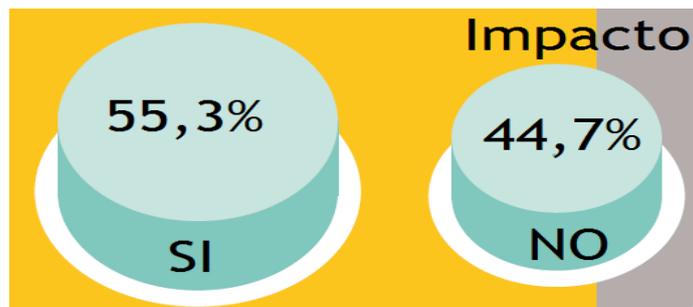
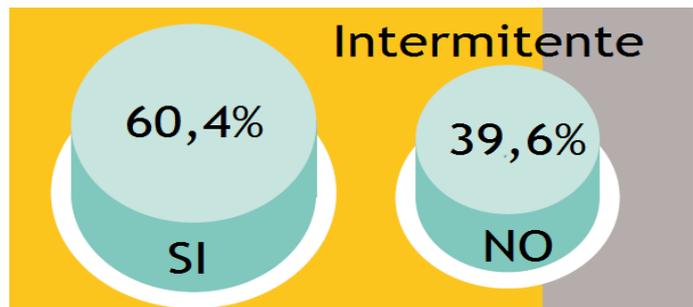
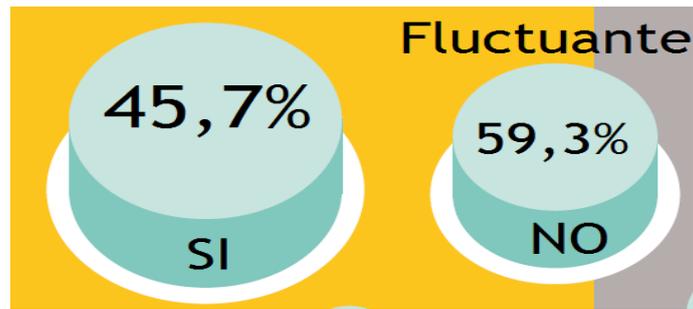
- ✓ El 95% de las personas encuestadas realizan pausas que van entre los 5 a 15 minutos, mientras que el 5% no dedica tiempo a la realización de una pausa.

3 CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO:

Pregunta 3.1 Tipo de ruido que está presente en el área

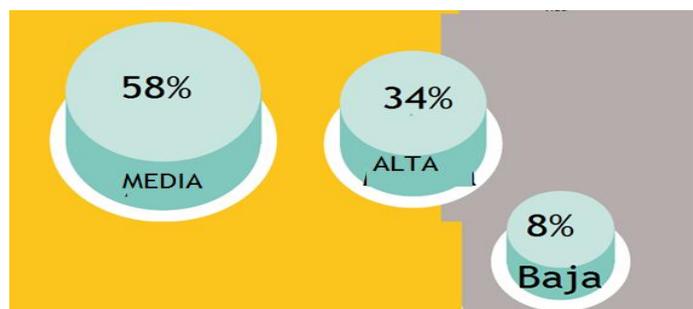
- ✓ El 100% de los encuestados indican que hay presencia de por lo menos un tipo de ruido o combinación de ellos.





Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

Pregunta 3.2 Percepción del nivel de ruido



Fuente: Encuesta Personal / Adaptación: Autores

- ✓ El 58% de la población indica que su percepción del nivel de ruido es media, el 34% percibe el ruido con un nivel alto y apenas el 8% manifiesta que el ruido es bajo.

4 INFORMACIÓN ADICIONAL:

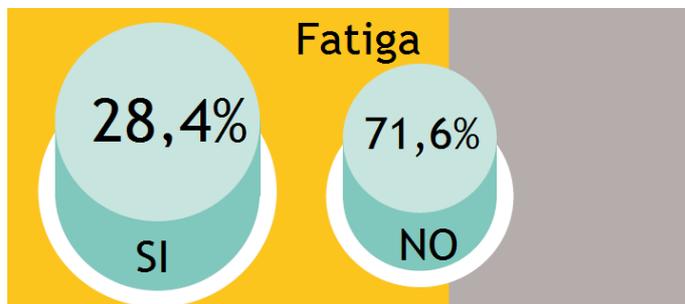
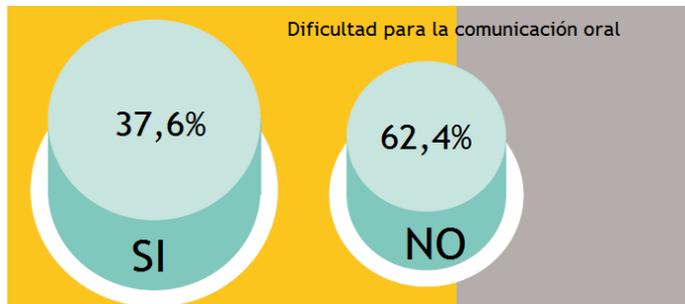
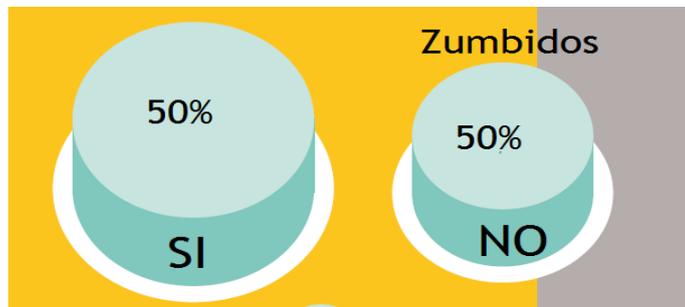
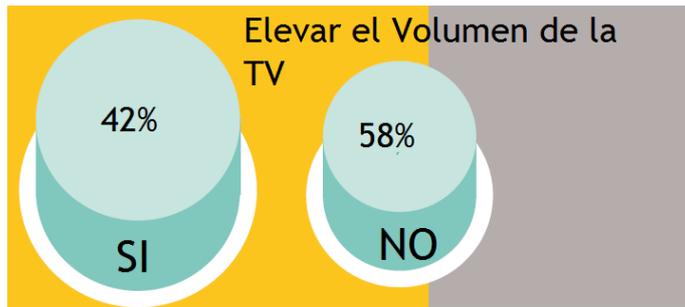
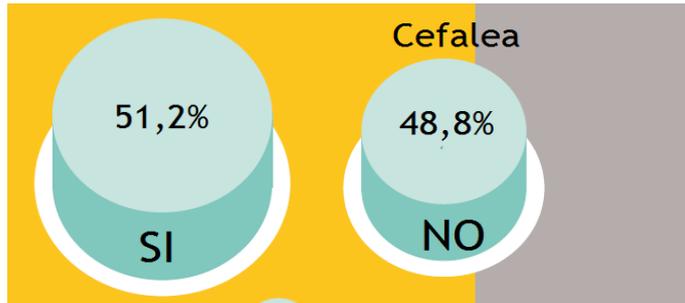
Preguntas 4.1, 4.2 y 4.3

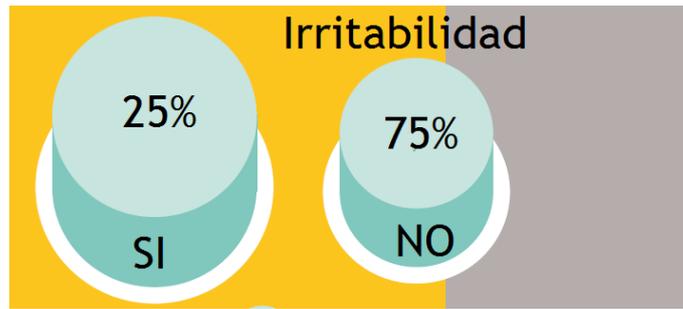


Fuente: Encuesta

- ✓ De las preguntas 4.1, 4.2 y 4.3 se puede indicar que el 48% de los encuestados realizan otra actividad fuera de las instalaciones de la Universidad, el 15% de ellos indica que esta actividad implica exposición a ruido y un 35% de este porcentaje manifiesta que su percepción del nivel de ruido es media.
- ✓ En la pregunta 4.4. donde se solicita que señalen si ha tenido alguna sintomatología por la exposición a ruido, se ubica de mayor a menor prevalencia lo indicado por los encuestados.

Prevalencia de sintomatología por exposición a ruido





Fuente: Encuesta

4.2.1 Inspección de las Áreas

Inicialmente se realizó una inspección general y se evidenció la existencia de los siguientes mapas de riesgos:

**FIGURA No. 22
MAPA DE RIESGOS CAV**

SEDE:	Cuenca	CAMPUS:	Vecino	Área	Lab. de CAV
Cuenta con 20 tornos electrónicos y equipos industriales, su áreas de se 100m2 y un flujo aproximado de 200 personas.					
FUENTE DE ORIGEN			ESTADO	PRIORIDAD (Nivel de Riesgo)	
				A=Alto	M= MEDIO
					B=BAJO

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-UNISSMA

FIGURA No. 23
MAPA DE RIESGOS SOLDADURA.

SEDE:	Cuenca	CAMPUS:	Vecino	Área	Lab. De Soldadura	
FUENTE DE ORIGEN			ESTADO	PRIORIDAD (Nivel de Riesgo)		
				A=Alto	M= MEDIO	B=BAJO

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-UNISSMA

FIGURA No. 24
MAPA DE RIESGOS ENSAYO DESTRUCTIVOS.

SEDE:	Cuenca	CAMPUS:	Vecino	Área	Lab. de Ensayo de Materiales	
<p>Cuenta con una máquina de compresión de adoquines, máquina de ensayo de dureza ROKWELL, BRINELL, máquina de ensayo de torsión, comprende un área de 50m2, con un flujo aproximado de 160 personas semanales.</p>						
FUENTE DE ORIGEN			ESTADO	PRIORIDAD (Nivel de Riesgo)		
				A=Alto	M= MEDIO	B=BAJO

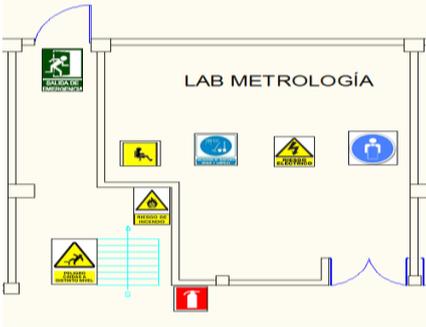
Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-UNISSMA

**FIGURA No.25
MAPA DE RIESGOS CNC**

SEDE:	Cuenca	CAMPUS:	Vecino	Área	Lab. Centro de Torneado
Cuenta con un torne CNC, 10 computadoras con su respectivo mobiliario, comprende un área de 68m2. Con un flujo aproximado de 42 personas semanales.					
FUENTE DE ORIGEN			ESTADO	PRIORIDAD (Nivel de Riesgo)	
				A=Alto	M= MEDIO

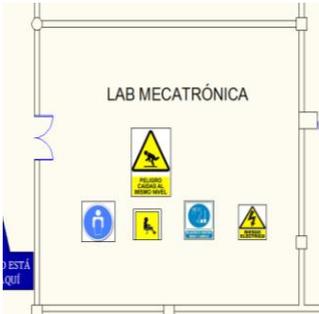
Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-UNISSMA

**FIGURA No. 26
MAPA DE RIESGOS METROLOGÍA.**

SEDE:	Cuenca	CAMPUS:	Vecino	Área	Lab. De Metrología
FUENTE DE ORIGEN			ESTADO	PRIORIDAD (Nivel de Riesgo)	
				A=Alto	M= MEDIO

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-UNISSMA

FIGURA No. 27
MAPA DE RIESGOS MECATRONICA

SEDE:	Cuenca	CAMPUS:	Vecino	Área	Lab. De Mecatrónica
Cuenta con un equipo electoneumático industrial, sus computadoras con su respectivo mobiliario comprende un áreas de 50 m con un flujo aproximado de 150 personas.					
FUENTE DE ORIGEN			ESTADO	PRIORIDAD (Nivel de Riesgo)	
				A=Alto	M= MEDIO
					B=BAJO

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-UNISSMA

De esta manera se desarrolla una matriz de cualitativa de todos los riesgos laborales presentes en los laboratorios de mecánica.

La estrategia descrita al pie de la Tabla 10, permite estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas. Esta valoración sirve como un primer paso para decidir mejoras en el sistema de seguridad y es un punto de partida para priorizar la medición cualitativa y posterior gestión de riesgos de acuerdo a la calificación dada.

Según la tabla 10, se evidencia cualitativamente significancia en la ponderación de riesgo físico por ruido y confort acústico en los Laboratorios de Mecánica, por lo cual se considera necesario realizar una inspección específica que evidencie los posibles factores que pueden influir en el nivel de ruido.

4.2.2 Principales fuentes de ruido

Al realizar la inspección de campo en cada espacio físico donde se desarrollan las actividades del personal seleccionado para el estudio, se evidenció maquinaria y también otros factores que pueden influir en el nivel de ruido, que se representa en la tabla 11:

TABLA No. 11
FUENTES DE RUIDO EN LABORATORIOS DE MECÁNICA

FUENTES DE RUIDO EN LABORATORIOS DE MECÁNICA							
ÁREA		FUENTE DE RUIDO PRINCIPAL		OTROS FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR EN EL NIVEL DE RUIDO			
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE MAQUINARIA	DETALLE	OPERACIONES / EQUIPOS/HERRAMIENTAS	ÁREAS COLINDANTES	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	UBICACIÓN DE MAQUINARIA SEGÚN 2393
Aulas talleres	Impartición de clases	Ninguna	No aplica	Ninguna	Laboratorio CAV	Hormigón y mamparas de aluminio	No aplica
Laboratorio CAV	Mecanizado de piezas	10 tornos, 4 taladros, 10 fresadoras, 4 rectificadoras	Practicas de arranque con viruta	Esmerilado para el pulido de piezas	Extractor de gases de soldadura	Hormigón y mamparas de vidrio	Cumple (separación promedio de 80 cm entre maquina)
Soldadura	Practicas de Suedas	5 soldadoras	Cordones de suelda	5 extractores de gases de suelda	Laboratorio CAV	Hormigón y ventanas	Cumple (separación promedio de 100 cm entre máquinas)
Ensayos destructivos	Practicas de propiedades mecánicas de materiales	1 módulos de elasticidad - fuerza	Ensayos de tracción	Ninguna	Ninguna	mamparas de aluminio y vidrio	No aplica
Laboratorio CNC	Construcción de piezas	Maquina CNC	Mecanizado de pieza	Ninguna	Ninguna	Hormigón y ventanas	No aplica
Metrología	Practicas de calibración y medición	Ninguna	No aplica	Ninguna	Ninguna	Hormigón y ventanas	No aplica
Mecatrónica	Instrumentación	Pistones neumáticos, válvulas, sensores	Montajes y pruebas	Ninguna	Ninguna	mamparas de aluminio y vidrio	No aplica
Automatización y control CA	Programación industrial	Bancos neumáticos, bandas transportadoras	Practicas de sistemas de automatización	Ninguna	Ninguna	mamparas de aluminio y vidrio	No aplica
Bodega	Control de inventario y despacho de pedidos	Ninguna	No aplica	Ninguna	Laboratorio CAV	Hormigón, puerta de aluminio y protección de atención	No aplica

Elaboración: Autores
Fuente: UPS-Sede Cuenca

4.2.3 Descripción de las actividades y funciones de los trabajadores expuestos

De acuerdo a la información proporcionada por el departamento de Recursos Humanos, el orgánico funcional es el siguiente:

TABLA No. 12

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PERSONAL			
PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	TAREA	ÁREA
DOCENTE TIPO 2	Docencia en talleres	Impartición de clase	Laboratorios de Mecánica CA, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC
		Tutoría en maquinas	Laboratorios de Mecánica CA, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC
DOCENTE TIPO 3	Docencia en aulas	Preparación de material, información, calificaciones	Laboratorios de Mecánica 2do piso (aulas) / Talleres
		Impartición de clase	Laboratorios de Mecánica 2do piso (aulas) / Talleres
	Docencia en talleres	Tutoría en maquinas	Laboratorios de Sueda
		Tutoría en maquinas	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Sueda, Ensayos Destructivos, Metrología.
TÉCNICO DOCENTE	Docencia en talleres	Guía de practica	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC
		Mantenimiento	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Ensayos Destructivos, CNC
		Impartición de clase en maquinas	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Sueda, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC
AUXILIAR DE LABORATORIO	Seguimiento de prototipos y proyectos	Programación de Practica	Laboratorios de Mecánica CA
	Desarrollo del software de seguimiento de ayudas técnicas mantenimiento	Apoyo al Técnico Docente	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Ensayos Destructivos y Mecatrónica
BODEGUERO	Administración de la bodega de herramientas	Control de inventario	Bodega
		Despacho de pedidos	Bodega

Elaboración: Autores

Fuente: UPS-Sede Cuenca

4.2.4 Duración de tarea

TABLA No. 13

DURACIÓN DE TAREAS				
PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	TAREA	ÁREA	TIEMPO DE DURACIÓN (h)
DOCENTE TIPO 2	Docencia en talleres	Impartición de clase	Laboratorios de Mecánica CA, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC	2
		Tutoría en maquinas	Laboratorios de Mecánica CA, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC	6
DOCENTE TIPO 3	Docencia en aulas	Preparación de material, información, calificaciones	Laboratorios de Mecánica 2do piso (aulas) / Talleres	1
		Impartición de clase	Laboratorios de Mecánica 2do piso (aulas) / Talleres	1
	Docencia en talleres	Tutoría en maquinas	Laboratorios de Suelta	1
		Tutoría en maquinas	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Suelta, Ensayos Destructivos, Metrología.	5
TÉCNICO DOCENTE	Docencia en talleres	Guía de práctica	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC	1
		Mantenimiento	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Ensayos Destructivos, CNC	1
		Impartición de clase en maquinas	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Suelta, Ensayos Destructivos, Metrología, Mecatronica, CNC	6
AUXILIAR DE LABORATORIO	Seguimiento de prototipos y proyectos	Programación de Practica	Laboratorios de Mecánica CA	2
	Desarrollo del software de seguimiento de ayudas técnicas mantenimiento	Apoyo al Técnico Docente	Laboratorios de Mecánica CA, CAV, Ensayos Destructivos y Mecatrónica	6
BODEGUERO	Administración de la bodega de herramientas	Control de inventario	Bodega	2
		Despacho de pedidos	Bodega	6

Elaboración: Autores

Fuente: UPS-Sede Cuenca

4.2.5 Identificación de grupos de exposición al ruido homogéneos

Durante la verificación de campo y entrevistas realizadas con mandos y trabajadores, se pudo evidenciar que ninguna de las áreas de trabajo ha sido diseñada para el control de ruido industrial, tampoco se dispone de métodos para aislamiento de las fuentes de ruido o barreras y el personal no utiliza Equipos de Protección Individual.

El Laboratorio CAV es el área con mayor fuente de ruido y carga de trabajo con maquinaria, además es aquí donde se imparte clases, mantenimiento y guía de práctica los Docentes, Técnico Docentes y Auxiliares de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

El Laboratorio de Suelda, también puede influir en el nivel de ruido para algunos puestos de trabajo.

Para la estrategia de medición y teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, si existe la posibilidad de constituir grupos de exposición homogénea, quedando:

TABLA No. 14

GRUPOS DE EXPOSICION HOMOGENEA		
AREA	PUESTOS DE TRABAJO	ACTIVIDAD
Laboratorio CAV	DOCENTE TIPO 2	Tutoría en máquinas
	DOCENTE TIPO 3	Tutoría en máquinas
	TECNICO DOCENTE	Impartición de clase (máquinas)
		Mantenimiento
AUXILIAR	Apoyo Técnico	
Laboratorio de Suelda	DOCENTE TIPO 3	Tutoría en máquinas
	TECNICO DOCENTE	Impartición de clase (máquinas)

Elaboración: Autores

Fuente: UPS-Sede Cuenca

En las aulas y espacios adaptados junto a los Laboratorios, el ruido es menor y podría no considerarse representativa la aportación al nivel equivalente diario, sin embargo se realizaran comprobaciones del nivel de exposición.

4.3 Selección de la Estrategia

Para determinar los niveles de ruido basados en el decreto ejecutivo 2393 art. 55, se requiere de un procedimiento de muestreo, al no disponer de normativa nacional al respecto se realizará en base a la norma ISO 9612 cuyo método de ingeniería permite determinar la exposición al ruido en el trabajo.

Según esta norma las mediciones deben seguir estrategias escogidas en base a un análisis de trabajo el cual se ha venido desarrollando en el presente capítulo.

Las estrategias de medición son las siguientes:

- a. Medición basada en la tarea: se analiza el trabajo realizado y se divide en un cierto número de tareas representativas, para cada una se hacen mediciones por separado. Esta estrategia es útil cuando el trabajo se puede dividir en tareas bien definidas con condiciones de ruido claramente definibles, siendo ventajoso para determinar prioridades en un programa de control de ruido pues obtendremos información sobre las contribuciones de las diferentes tareas respecto a la exposición diaria calculada.
- b. Medición basada en la función se toman muestras aleatorias de la exposición al ruido durante la ejecución de funciones particulares. Esta estrategia es útil cuando el contenido del trabajo y las tareas son difíciles de detallar o cuando no se requiere realizar un análisis detallado del trabajo. Estas mediciones reducen el esfuerzo requerido para el análisis del trabajo pues no proporcionan necesariamente toda la información de la contribución de ruido.
- c. Medición de una jornada completa cubre todas las contribuciones al ruido y los periodos tranquilos, cubriendo todos los periodos significativos de exposición. Esta estrategia es útil cuando el tipo de trabajo y sus tareas son difíciles de describir.

La estrategia a y b se basan en el muestreo de los niveles de ruido pero los grupos homogéneos de exposición pueden tener una composición diferente y como se había explicado el plan de la medición basada en la función es más fácil que el basado en la tarea, pues no se necesita separar cada tarea durante la jornada laboral; mientras que la estrategia c requiere mediciones más largas que las otras dos, y el nivel de exposición se puede determinar sin cálculos adicionales. Siendo necesario utilizar un instrumento registrador.

La guía para la selección de la estrategia de medición se detalla en la tabla 4 del capítulo III.

Con lo descrito anteriormente el tipo de trabajo que aplica a las condiciones de los trabajadores del laboratorio conforme la información levantada es: **Puesto de trabajo fijo – Tareas complejas o múltiples**, es adecuado para realizar la **Estrategia 1 Medición basada en la tarea**.

4.4 Mediciones

De acuerdo a la metodología seleccionada y en razón de que el ruido en los Laboratorios de Mecánica, es de tipo estable se utilizó un sonómetro integrador y aplicando lo detallado en los numerales: **3.1.3 Medición y 3.4 Herramientas y Técnicas de Medición**, el día 13 de octubre del 2016 se procede de la siguiente manera:

- ✓ Calibración acústica del Sonómetro para asegurar que las mediciones son lo más exactas posibles.
- ✓ Protección anti-viento para reducir los niveles de ruido que generadas por las turbulencias del viento sobre la cápsula del micrófono.
- ✓ Encendido.
- ✓ Mediciones de los niveles de ruido

Por cada tarea, se considera un periodo de cinco minutos con tres repeticiones a fin de garantizar y cubrir las variaciones de ruido durante el estudio

Para el ruido procedente de las actividades que se consideren como silenciosas (como planificación o pausas) sólo se realizaran breves muestras del nivel de ruido durante estas tareas: $L_{p,A,eqTe} < 70$ dB.

Si la diferencia entre los niveles de ruido medidos sobrepasa los 3 dB, se realizarán al menos tres mediciones suplementarias.

Las mediciones se efectuaron entre las 09:00 y 12:00 en el transcurso de la jornada normal de actividades académicas, a continuación se detallan los datos obtenidos:

TABLA 15.

MEDICION DE LOS NIVELES DE RUIDO				
AREA	Primera Medición (dB)	Segunda Medición (dB)	Tercera Medición (dB)	EVIDENCIA FOTOGRAFICA
	LAeq	LAeq	LAeq	
Laboratorio CAV	93,2	91,6	93,4	
Soldadura	87	87,3	87	
Ensayos destructivos	67,5	N/A	N/A	
Laboratorio CNC	66,7	N/A	N/A	
Metrología	59,1	N/A	N/A	
Mecatrónica	67,5	N/A	N/A	
Automatización y control CA	57,3	N/A	N/A	
Bodega	67,4	N/A	N/A	
Aulas en Talleres	60,2	N/A	N/A	

N/A: No aplica (ACTIVIDAD SILENCIOSA LAeq < 70 dB)

Elaboración: Autores

4.5 Tratamiento de errores

No existe riesgo significativo de cometer errores asociados a estas mediciones de ruido porque el procedimiento se lo realiza conforme la norma técnica internacional, no se rechazaron o corrigieron mediciones y en los cálculos se considerarán las fuentes de incertidumbres de medición según refiere la ISO 9612, de las contribuciones individuales (por cada tarea) y la incertidumbre expandida con el intervalo de confianza unilateral del 95%.

4.6 Cálculo y presentación de los resultados

Según lo establecido en la normativa INEN ISO 9612 una vez que se han cumplido las etapas principales y la medición del ruido laboral se procede a evaluar la incertidumbre y calcular el nivel de exposición al ruido diario y de la incertidumbre por cada puesto de trabajo de acuerdo a la selección de la muestra.

Las mediciones se descargan en el software del Cyrrus (ANEXO 3) y se recopilan para el cálculo individual e informes de resultados (figuras 16,17,18,19, 20) considerando la información por puesto de trabajo, actividades, numero de mediciones principales y suplementarias en caso de ser requeridas según la contribución de ruido. Además, se ha registrado mediciones en aquellas tareas que no tienen influencia significativa en 70 dB como una estimación razonable, sin embargo, las verificaciones de ruido se evidencian en la tabla 15.

CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO LABORAL

		DOCENTE TIPO 2									
PUESTO DE TRABAJO:		INEN-ISO 9612 / ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA									
NORMA Y ESTRATEGIA APLICADA:		85 dBA									
NIVEL SONORO CRITERIO:		8									
JORNADA LABORAL DE REFERENCIA (h):		Docencia en talleres									
ACTIVIDAD:		SILENCIOSA Lp,A,eqT < 70 dB	RUIDOSA la medición debería ser al menos de 5 min								
CLASIFICACION:		Impartición de clase	Tutoría en máquinas								
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS		2	6								
DURACIÓN DE CADA TAREA		70	93,2								
MEDICIONES DE RUIDO Lp,A,eqT,n (dB)		70	91,6								
MEDICIONES DE RUIDO ADICIONALES Lp,A,eqT,n (dB)		70	93,4								
(cuando varían las mediciones en 3dB)		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DE CADA TAREA (dB)	$L_{p,A,eqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (7)$ <p>donde $L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante una tarea de duración T_m; i es el número de una medición de la tarea m; I es el número total de mediciones de la tarea m;</p>	70,00	92,80								
CONTRIBUCIÓN AL NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A, PARA CADA ACTIVIDAD (dB)	$L_{EX,30,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (8)$ <p>donde $L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la ecuación (7); \bar{T}_m es la media aritmética de la duración de la tarea m, como indica la ecuación (5); T_0 es la duración de referencia, $T_0 = 8 \text{ h}$.</p>	63,98	91,56								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A (dB)	$L_{EX,30} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 L_{EX,30,m}} \right) \text{ dB} \quad (10)$ <p>Donde: $L_{EX,30,m}$ es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m, que contribuye al nivel diario de exposición al ruido; m es el número de la tarea; M es el número total de tareas que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido.</p>	91,56									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (dB)	$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m,i} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]} \quad (C.6)$ <p>donde $\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ es la media aritmética de I niveles de presión sonora continua equivalente ponderada A, para la tarea m. $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,m,i}$ i es el número de medición de la tarea; I es el número total de mediciones de la tarea.</p>	0,00	0,57								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR INSTRUMENTACIÓN (dB)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de instrumentación</th> <th>Desvío estándar (u) (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de instrumentación	Desvío estándar (u) (dB)	Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7	Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5	Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5	1,50	
Tipo de instrumentación	Desvío estándar (u) (dB)										
Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7										
Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5										
Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5										
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR POSICIÓN DEL MICRÓFONO (dB)	<p>La incertidumbre estándar, u_3, debida a la posición de medición es de 1,0 dB.</p> <p>NOTA La incertidumbre estándar del valor dado, está basado en datos empíricos. En los casos donde el micrófono es llevado por el trabajador y donde el micrófono se coloca cerca del cuerpo del trabajador, la incertidumbre es debida a los efectos de pantalla del cuerpo y sus reflexiones. En los casos donde las mediciones se realizan estando el trabajador ausente, la incertidumbre es debida a que la/s posición/es del micrófono no está siendo totalmente representativa de la/s verdadera/s posición/es de la cabeza del trabajador. Ver también, para lo que se refiere a la posición del micrófono, los apartados 12.5 y 12.4.</p>	1,00									
COEFICIENTE DE SENSIBILIDAD (dB)	$c_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,30}}{\partial L_{p,A,eqT,m}} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1(L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,30})} \quad (C.4)$	0,00	1,00								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR COMBINADA (dB)	$u^2(L_{EX,30}) = \left(\sum_{m=1}^M c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{10,m} u_{10,m})^2 \right) \quad (C.3)$ <p>donde $u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m, ver el apartado C.2.3; $u_{10,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la tarea m, ver el apartado C.2.3; $u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados para la tarea m; u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono; $c_{1a,m}$ y $c_{10,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m; m es el número de tarea; M es el número total de tareas. La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$.</p>	3,56									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR EXPANDIDA (dB)		3,11									
RESULTADOS:	El DOCENTE TIPO 2 , está sometido a un nivel de ruido diario ponderado A de 91,56 dB, con una incertidumbre estandar combinada de 3,56 dB, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% (k=1,65), o de 3,11 dB si esta incertidumbre está expandida.										

TABLA 16. Evaluación de Ruido Laboral Docente tipo 2

CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO LABORAL

		DOCENTE TIPO 3											
PUESTO DE TRABAJO:		INEN-ISO 9612 / ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA											
NORMA Y ESTRATEGIA APLICADA:		85 dBA											
NIVEL SONORO CRITERIO:		8											
JORNADA LABORAL DE REFERENCIA (h):		Docencia en aulas		Docencia en talleres									
ACTIVIDAD:		SILENCIOSA Lp,A,eqT < 70 dB		RUIDOSA la medición debería ser al menos de 5 min									
CLASIFICACION:		Preparación de material, información, calificaciones	Impartición de clase	Tutoría en máquinas	Tutoría en máquinas								
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS		1	1	1	5								
DURACIÓN DE CADA TAREA		70	70	87	93,2								
MEDICIONES DE RUIDO Lp,A,eqT,n (dB)		70	70	87,3	91,6								
MEDICIONES DE RUIDO ADICIONALES Lp,A,eqT,n (dB) (cuando varían las mediciones en 3dB)		70	70	87	93,4								
		0	0	0	0								
		0	0	0	0								
		0	0	0	0								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DE CADA TAREA (dB)	$L_{p,A,eqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,5 L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (7)$ <p>donde $L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante una tarea de duración T_m. i es el número de una medición de la tarea m. I es el número total de mediciones de la tarea m.</p>	70,00	70,00	87,10	92,80								
CONTRIBUCIÓN AL NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A, PARA CADA ACTIVIDAD (dB)	$L_{EX,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (8)$ <p>donde $L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la ecuación (7). T_m es la media aritmética de la duración de la tarea m, como indica la ecuación (5). T_0 es la duración de referencia. $T_0 = 8$ h.</p>	60,97	60,97	78,07	90,76								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A (dB)	$L_{EX,B} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,5 L_{EX,m}} \right) \text{ dB} \quad (10)$ <p>Donde: $L_{EX,m}$ es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m, que contribuye al nivel diario de exposición al ruido. m es el número de la tarea. M es el número total de tareas que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido.</p>	91,00											
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (dB)	$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]} \quad (C.6)$ <p>donde $\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ es la media aritmética de I niveles de presión sonora continua equivalente ponderada A, para la tarea m. $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,m}$ i es el número de medición de la tarea. I es el número total de mediciones de la tarea.</p>	0,00	0,00	0,10	0,57								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR INSTRUMENTACIÓN (dB)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de instrumentación</th> <th>Desvío estándar u_1 (0,5 a 1) dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_1 (0,5 a 1) dB	Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7	Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5	Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5	1,50			
Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_1 (0,5 a 1) dB												
Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7												
Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5												
Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5												
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR POSICIÓN DEL MICROFONO (dB)	<p>La incertidumbre estándar, u_3, debida a la posición de medición es de 1,0 dB.</p> <p>NOTA La incertidumbre estándar del valor dado, está basado en datos empíricos. En los casos donde el micrófono es llevado por el trabajador y donde el micrófono se coloca cerca del cuerpo del trabajador, la incertidumbre es debida a los efectos de pantalla del cuerpo y sus reflexiones. En los casos donde las mediciones se realizan estando el trabajador ausente, la incertidumbre es debida a que la posición del micrófono no está siendo realmente representativa de la verdadera posición de la cabeza del trabajador. Ver también, para lo que se refiere a la posición del micrófono, los apartados 12.3 y 12.4.</p>	1,00											
COEFICIENTE DE SENSIBILIDAD (dB)	$c_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,B}}{\partial L_{p,A,eqT,m}} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,5(L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,B})} \quad (C.4)$	0,00	0,00	0,05	0,95								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR COMBINADA (dB)	$u^2(L_{EX,B}) = \left(\sum_{m=1}^M c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{1b,m}^2 + u_{1c,m}^2) + (c_{1a,m} u_{1a,m})^2 \right) \quad (C.3)$ <p>donde $u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m, ver el apartado C.2.3. $u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la tarea m, ver el apartado C.2.3. $u_{1c,m}$ es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados para la tarea m. u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono. $c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m. m es el número de tareas. M es el número total de tareas. La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$.</p>	3,21											
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR EXPANDIDA (dB)		2,96											
RESULTADOS:	El DOCENTE TIPO 3 , está sometido a un nivel de ruido diario ponderado A de 91 dB, con una incertidumbre estandar combinada de 3,21 dB, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% (k=1,65), o de 2,96 dB si esta incertidumbre está expandida.												

TABLA 17. Evaluación de Ruido Laboral Docente tipo 3

CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO LABORAL

PUESTO DE TRABAJO:		TÉCNICO DOCENTE										
NORMA Y ESTRATEGIA APLICADA:		INEN-ISO 9612 / ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA										
NIVEL SONORO CRITERIO:		85 dBA										
JORNADA LABORAL DE REFERENCIA (h):		8										
ACTIVIDAD:		Docencia en talleres										
CLASIFICACION:		SILENCIOSA Lp,A,eqT < 70 dB										
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS:		RUIDOSA la medición debería ser al menos de 5 min										
DURACIÓN DE CADA TAREA		Guía de practica	Mantenimiento	Impartición de clase en máquinas								
		1	1	6								
		70	93,2	87								
		70	91,6	87,3								
		70	93,4	87								
		0	0	0								
		0	0	0								
		0	0	0								
MEDICIONES DE RUIDO Lp,A,eqT,n (dB)												
MEDICIONES DE RUIDO ADICIONALES Lp,A,eqT,n (dB) (cuando varían las mediciones en 3dB)												
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DE CADA TAREA (dB)	$L_{p,A,eqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (7)$ <p>donde $L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante una tarea de duración T_m. i es el número de una medición de la tarea m. I es el número total de mediciones de la tarea m.</p>	70,00	92,80	87,10								
CONTRIBUCIÓN AL NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A, PARA CADA ACTIVIDAD (dB)	$L_{EX,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (8)$ <p>donde $L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la ecuación (7). T_m es la media aritmética de la duración de la tarea m, como indica la ecuación (5). T_0 es la duración de referencia. $T_0 = 8$ h.</p>	60,97	78,07	85,85								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A (dB)	$L_{EX,B} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 L_{EX,m}} \right) \text{ dB} \quad (10)$ <p>Donde: $L_{EX,m}$ es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m, que contribuye al nivel diario de exposición al ruido. m es el número de la tarea. M es el número total de tareas que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido.</p>		86,53									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (dB)	$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m,i} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]} \quad (C.6)$ <p>donde $\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ es la media aritmética de I niveles de presión sonora continua equivalente ponderada A, para la tarea m. $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,m,i}$ i es el número de medición de la tarea. I es el número total de mediciones de la tarea.</p>	0,00	0,57	0,10								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR INSTRUMENTACIÓN (dB)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tipo de instrumentación</th> <th>Desvío estándar u_2 (0,1dB) dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> <tr> <td>Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> <tr> <td>Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_2 (0,1dB) dB	Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7	Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5	Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5		1,50	
Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_2 (0,1dB) dB											
Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7											
Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5											
Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5											
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR POSICIÓN DEL MICRÓFONO (dB)	<p>La incertidumbre estándar, u_3, debida a la posición de medición es de 1,0 dB.</p> <p>NOTA La incertidumbre estándar del valor dado, está basado en datos empíricos. En los casos donde el micrófono es llevado por el trabajador y donde el micrófono se coloca cerca del cuerpo del trabajador, la incertidumbre es debida a los efectos de pantalla del cuerpo y sus reflexiones. En los casos donde las mediciones se realizan estando el trabajador ausente, la incertidumbre es debida a que las posiciones del micrófono no está siendo totalmente representativa de las verdaderas posiciones de la cabeza del trabajador. Ver también, para lo que se refiere a la posición del micrófono, los apartados 12.3 y 12.4.</p>		1,00									
COEFICIENTE DE SENSIBILIDAD (dB)	$C_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,B}}{\partial L_{p,A,eqT,m}} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1(L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,B})} \quad (C.4)$	0,00	0,53	0,85								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR COMBINADA (dB)	$u^2(L_{EX,B}) = \left(\sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2] \right) \quad (C.3)$ <p>donde $u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m, ver el apartado C.2.3; $u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la tarea m, ver el apartado C.2.3; $u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados para la tarea m; u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono; $c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m; m es el número de tarea; M es el número total de tareas. La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$.</p>		3,38									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR EXPANDIDA (dB)			3,04									
RESULTADOS:	El DOCENTE TIPO 2, está sometido a un nivel de ruido diario ponderado A de 86,53 dB, con una incertidumbre estándar combinada de 3,38 dB, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% ($k=1,65$), o de 3,04 dB si esta incertidumbre está expandida.											

TABLA 18. Evaluación de Ruido Laboral Técnico Docente

CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO LABORAL

PUESTO DE TRABAJO: AUXILIAR DE LABORATORIO										
NORMA Y ESTRATEGIA APLICADA: INEN-ISO 9612 / ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA										
NIVEL SONORO CRITERIO: 85 dBA										
JORNADA LABORAL DE REFERENCIA (h): 8										
ACTIVIDAD:	Seguimiento de prototipos y proyectos Desarrollo del software de seguimiento de ayudas técnicas mantenimiento									
CLASIFICACION:	SILENCIOSA Lp,A,eqT < 70 dB RUIDOSA la medición debería ser al menos de 5 min									
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	Programación de Practica Apoyo al Técnico Docente									
DURACIÓN DE CADA TAREA	2 6 70 93,2 70 91,6 70 93,4 0 0 0 0 0 0									
MEDICIONES DE RUIDO Lp,A,eqT,n (dB)										
MEDICIONES DE RUIDO ADICIONALES Lp,A,eqT,n (dB) (cuando varían las mediciones en 3dB)										
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DE CADA TAREA (dB)	$L_{p,A,eqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{m=1}^M 10^{0,5 L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (7)$ <p>donde</p> <p>$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante una tarea de duración T_m;</p> <p>i es el número de una medición de la tarea m;</p> <p>T es el número total de mediciones de la tarea m.</p>	70,00 92,80								
CONTRIBUCIÓN AL NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A, PARA CADA ACTIVIDAD (dB)	$L_{EX,30,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (8)$ <p>donde</p> <p>$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la ecuación (7);</p> <p>T_m es la media aritmética de la duración de la tarea m, como indica la ecuación (5);</p> <p>T_0 es la duración de referencia, $T_0 = 8$ h.</p>	63,98 91,56								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A (dB)	$L_{EX,30} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,5 L_{EX,30,m}} \right) \text{ dB} \quad (10)$ <p>Donde:</p> <p>$L_{EX,30,m}$ es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m, que contribuye al nivel diario de exposición al ruido;</p> <p>m es el número de la tarea;</p> <p>M es el número total de tareas que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido.</p>	91,56								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (dB)	$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m,i} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]} \quad (C.6)$ <p>donde</p> <p>$\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ es la media aritmética de I niveles de presión sonora continua equivalente ponderada A, para la tarea m. $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,m,i}$</p> <p>$i$ es el número de medición de la tarea;</p> <p>I es el número total de mediciones de la tarea.</p>	0,00 0,57								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR INSTRUMENTACIÓN (dB)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de instrumentación</th> <th>Desvío estándar u_2 (0 $u_{2,m}$) dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_2 (0 $u_{2,m}$) dB	Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7	Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5	Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5	1,50
Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_2 (0 $u_{2,m}$) dB									
Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7									
Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5									
Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR POSICIÓN DEL MICRÓFONO (dB)	La incertidumbre estándar, u_3 , debida a la posición de medición es de 1,0 dB. NOTA La incertidumbre estándar del valor dado, está basado en datos empíricos. En los casos donde el micrófono es llevado por el trabajador y donde el micrófono se coloca cerca del cuerpo del trabajador, la incertidumbre es debida a los efectos de pantalla del cuerpo y sus reflexiones. En los casos donde las mediciones se realizan estando el trabajador ausente, la incertidumbre es debida a que la posición del micrófono no está siendo totalmente representativa de la verdadera posición de la cabeza del trabajador. Ver también, para lo que se refiere a la posición del micrófono, los apartados 12.3 y 12.4.	1,00								
COEFICIENTE DE SENSIBILIDAD (dB)	$C_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,30}}{\partial L_{p,A,eqT,m}} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 M (L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,30})} \quad (C.4)$	0,00 1,00								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR COMBINADA (dB)	$u^2(L_{EX,30}) = \left(\sum_{n=1}^M C_{1a,n}^2 (u_{1a,n}^2 + u_{2,n}^2 + u_{3,n}^2) + (c_{10,m} u_{10,m})^2 \right) \quad (C.3)$ <p>donde</p> <p>$u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m, ver el apartado C.2.3;</p> <p>$u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la tarea m, ver el apartado C.2.3;</p> <p>$u_{3,m}$ es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados para la tarea m;</p> <p>u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono;</p> <p>$c_{1a,m}$ y $c_{10,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m;</p> <p>M es el número de tareas;</p> <p>M es el número total de tareas.</p> <p>La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$.</p>	3,56								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR EXPANDIDA (dB)	3,11									
RESULTADOS:	El AUXILIAR DE LABORATORIO, está sometido a un nivel de ruido diario ponderado A de 91,56 dB, con una incertidumbre estándar combinada de 3,56 dB, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% ($k=1,65$), o de 3,11 dB si esta incertidumbre está expandida.									

TABLA 19. Evaluación de Ruido Auxiliar de Laboratorio

CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO LABORAL

		BODEGUERO									
PUESTO DE TRABAJO:		INEN-ISO 9612 / ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA									
NORMA Y ESTRATEGIA APLICADA:		85 dBA									
NIVEL SONORO CRITERIO:		8									
JORNADA LABORAL DE REFERENCIA (h):		Administración de la bodega de herramientas									
ACTIVIDAD:		SILENCIOSA Lp,A,eqT < 70 dB									
CLASIFICACION:		Control de inventario	Despacho de pedidos								
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS		2	6								
DURACIÓN DE CADA TAREA		70	70								
MEDICIONES DE RUIDO Lp,A,eqT,n (dB)		70	70								
		70	70								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
MEDICIONES DE RUIDO ADICIONALES Lp,A,eqT,n (dB) (cuando varían las mediciones en 3dB)		0	0								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DE CADA TAREA (dB)	$L_{p,A,eqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (7)$ <p>donde</p> <p>$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante una tarea de duración T_m.</p> <p>i es el número de una medición de la tarea m.</p> <p>I es el número total de mediciones de la tarea m.</p>	70,00	70,00								
CONTRIBUCIÓN AL NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A, PARA CADA ACTIVIDAD (dB)	$L_{EX,3,3,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (8)$ <p>donde</p> <p>$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la ecuación (7);</p> <p>T_m es la media aritmética de la duración de la tarea m, como indica la ecuación (5);</p> <p>T_0 es la duración de referencia, $T_0 = 8 \text{ h}$.</p>	63,98	68,75								
NIVEL DIARIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PONDERADO A (dB)	$L_{EX,3,3} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \cdot L_{EX,3,3,m}} \right) \text{ dB} \quad (10)$ <p>Donde:</p> <p>$L_{EX,3,3,m}$ es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m, que contribuye al nivel diario de exposición al ruido;</p> <p>m es el número de la tarea;</p> <p>M es el número total de tareas que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido.</p>	70,00									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (dB)	$u_{12,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m,i} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]} \quad (C.6)$ <p>donde</p> <p>$\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ es la media aritmética de I niveles de presión sonora continua equivalente ponderada A, para la tarea m. $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,m,i}$</p> <p>$i$ es el número de medición de la tarea;</p> <p>I es el número total de mediciones de la tarea.</p>	0,00	0,00								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR INSTRUMENTACIÓN (dB)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tipo de instrumentación</th> <th style="text-align: center;">Desvío estándar u_3 (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> <tr> <td>Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> <tr> <td>Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_3 (dB)	Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7	Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5	Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5	1,50	
Tipo de instrumentación	Desvío estándar u_3 (dB)										
Sonómetro de clase 1, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7										
Dosímetro sonoro personal, como se especifica en la Norma IEC 61252	1,5										
Sonómetro de clase 2, como se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5										
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR POSICIÓN DEL MICRÓFONO (dB)	<p>La incertidumbre estándar, u_3, debida a la posición de medición es de 1,0 dB.</p> <p>NOTA La incertidumbre estándar del valor dado está basado en datos empíricos. En los casos donde el micrófono es llevado por el trabajador y donde el micrófono se coloca cerca del cuerpo del trabajador, la incertidumbre es debida a los efectos de pantalla del cuerpo y sus reflexiones. En los casos donde las mediciones se realizan estando el trabajador ausente, la incertidumbre es debida a que la/s posición/es del micrófono no está siendo totalmente representativa de la/s verdadera/s posición/es de la cabeza del trabajador. Ver también, para lo que se refiere a la posición del micrófono, los apartados 12.3 y 12.4.</p>	1,00									
COEFICIENTE DE SENSIBILIDAD (dB)	$c_{12,m} = \frac{\partial L_{EX,3,3}}{\partial L_{p,A,eqT,m}} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1(L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,3,3})} \quad (C.4)$	0,25	0,75								
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR COMBINADA (dB)	$u^2(L_{EX,3,3}) = \left(\sum_{m=1}^M c_{12,m}^2 (u_{12,m}^2 + u_{10,m}^2 + u_{2,m}^2) + (c_{10,m} u_{10,m})^2 \right) \quad (C.3)$ <p>donde</p> <p>$u_{12,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m, ver el apartado C.2.3;</p> <p>$u_{10,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la tarea m, ver el apartado C.2.3;</p> <p>$u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados para la tarea m;</p> <p>u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono;</p> <p>$c_{12,m}$ y $c_{10,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m;</p> <p>m es el número de tarea;</p> <p>M es el número total de tareas.</p> <p>La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$.</p>	2,03									
INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR EXPANDIDA (dB)		2,35									
RESULTADOS:	EL BODEGUERO, está sometido a un nivel de ruido diario ponderado A de 70 dB, con una incertidumbre estandar combinada de 2,03 dB, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% (k=1,65), o de 2,35 dB si esta incertidumbre está expandida.										

TABLA 20. Evaluación de Ruido Laboral Bodeguero

Con los resultados obtenidos para cada puesto de trabajo se realiza la comparación con los valores referidos del DECRETO EJECUTIVO 2393 que fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.

Es así que se elaboró una matriz para evaluación cuantitativa del riesgo por exposición a ruido en cada uno de los puestos de trabajo del estudio.

La matriz que representa la tabla 10, asigna ya valores tomados de las mediciones con el sonómetro y en la misma se puede clasificar al riesgo físico apegándose a un análisis técnico, en ese sentido se proporciona la clasificación DENTRO o FUERA del rango estimado en base a la normativa legal vigente.

TABLA No. 21

<p align="center">MATRIZ CUANTITATIVA DE RIESGO FISICO POR RUIDO EN LOS LABORATORIOS DE MECANICA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</p>										
PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TAREAS	TRABAJADORES EXPUESTOS			Valor Referencial	Valor encontrado	Incertidumbre expandida	RANGO	
			TOTAL	HOMBRES	MUJERES					
DOCENTE TIPO 2	1. Docencia en talleres	1.1 Impartición de clase	7	6	1	85 dB (D.E 2393 ruido continuo 8 horas de trabajo)	91,56 dB	3,11 dB	FUERA	
		1.2 Tutoría en maquinas								
DOCENTE TIPO 3	1. Docencia en aulas	1.1 Preparación de material, información, calificaciones	9	9	0	85 dB (D.E 2393 ruido continuo 8 horas de trabajo)	91 dB	2,96 dB	FUERA	
		1.2 Impartición de clase								
	2.1 Tutoría en maquinas 1									
	2.2 Tutoría en maquinas 2									
TÉCNICO DOCENTE	1. Docencia en talleres	2.1 Guía de practica	4	4	0	85 dB (D.E 2393 ruido continuo 8 horas de trabajo)	86,53 dB	3,04 dB	FUERA	
		2.2 Mantenimiento								
		2,3 Impartición de clase								
AUXILIAR DE LABORATORIO	1. Seguimiento de prototipos y proyectos	Programación de Practica	2	2	0	94 dB (D.E 2393 ruido continuo 8 horas de trabajo)	91,56 dB	3,11 dB	FUERA	
	2. Desarrollo del software de seguimiento de ayudas técnicas mantenimiento	Apoyo al Técnico Docente								
BODEGUERO	1. Administración de la bodega de herramientas	1.1 Control de inventario	1	0	1	97 dB (D.E 2393 ruido continuo 8 horas de trabajo)	70 dB	2,35 dB	DENTRO	
		1.2 Despacho de pedidos								

Realización: Autores.

CONCLUSIONES

Un ambiente adecuado para el trabajo representa un factor importante que debe ser considerado y evaluado, mucho más cuando en este se desarrollan actividades educativas, pues la continua presencia del ruido no solo causa discomfort en la población, sino de acuerdo a la literatura expuesta en el marco teórico, puede provocar afecciones en la salud de los trabajadores e incumplimientos legales, lo cual repercute en cargas financieras.

Una mejora entonces representará una inversión y se debe buscar evidencias en base a las metodologías más adecuadas, en donde técnicamente se demuestre que los niveles a los que se encuentran sometidos los trabajadores de acuerdo a las tareas y tiempo de exposición por puesto de trabajo son los adecuados.

La metodología de este estudio, se basa en un método de ingeniería internacional y de adopción nacional a través del INEN (ANEXO 1), cuya aplicación a través de la estrategia y equipo certificado como es el sonómetro (ANEXO2) permitió monitorear y evaluar la exposición a ruido del personal de Laboratorio de Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, logrando los objetivos planteados.

Para la caracterización del ruido se consideraron las áreas de trabajo de las actividades rutinarias de cada puesto. La estrategia de medición basada en la tarea permitió determinar adecuadamente el nivel de presión sonora utilizando un sonómetro integrador debidamente calibrado que cumple los requisitos relativos a la instrumentación según la norma.

Los resultados que se detallan en la tabla 21, se basan en el D.E. 2393 que establece una exposición máxima a 85 dB para una jornada de 8 horas diarias, siendo así se calcula que para un docente tipo 2 el valor es de 91,56 dB con una incertidumbre expandida de 3 dB y califica como fuera de rango permisible, para el docente tipo 3 en donde se calculó una exposición diaria de 91dB y una incertidumbre de 2,96dB; fuera de rango, para un técnico docente se evaluó una exposición a 86,53dB con incertidumbre de 3dB; fuera de rango, para el auxiliar de laboratorio se obtuvo 91,56dB con incertidumbre de 3dB; fuera de rango, para el bodeguero el nivel obtenido es de 70dB con una incertidumbre de 2,5db que lo califica dentro del rango permisible.

Con el estudio se puede establecer una relación entre la exposición al ruido y las estadísticas médicas por efectos/síntomas en el sistema auditivo del personal de los Laboratorios, siendo necesario aplicar medidas para reducción de este contaminante.

RECOMENDACIONES

Si bien en las encuestas efectuadas a los trabajadores durante el estudio, se manifestó percepción del ruido y prevalencia de sintomatología propia a la exposición como: cefalea, zumbidos, dificultad para escuchar claramente, fatiga, irritabilidad, al realizar los planes de vigilancia epidemiológica se deben considerar las exposiciones extra laborales que se evidenciaron también en las encuestas, así como los puestos de trabajo que no coinciden en tareas y horas de exposición según el orgánico funcional, tal es el caso de los docentes en los cuales se tuvo que hacer una clasificación dado que se observó que el docente tipo 1 no laboraba en las áreas donde están ubicadas las máquinas y equipos que emanan ruido por lo que fue separado de la selección de la muestra.

Por otra parte, los procedimientos y métodos de control, como se indicó de manera general, deben dar prioridad en el origen (maquinaria/equipos) y en el medio (puertas/paredes); así como medidas administrativas para reducir o limitar la exposición al ruido; finalmente adoptar un programa de protección auditiva para y de información de ruido para el personal. En ese sentido se desarrolló una propuesta de acción, que le permita a la Universidad, trabajar de acuerdo a sus necesidades específicas controlando el nivel de ruido existente en los Laboratorios.

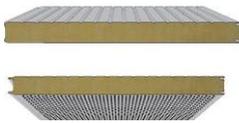
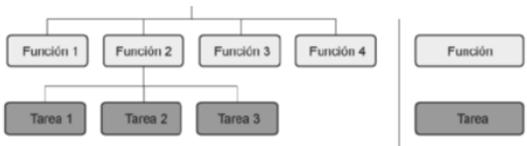
La tabla numero 22 contiene acciones correctivas con prioridades, designación de responsables, tiempos de ejecución y control de cierre de las no conformidades levantadas en el estudio:

- ✓ Las prioridades altas son en el rediseño del laboratorio de suelda, por el ruido excesivo que proviene de ventiladores adosados en paredes, la necesidad de recubrir otras paredes acústicamente absorbentes, la limitación de exposición del personal apoyándose en la revisión de las tareas ejecutadas la actualización del plan de vigilancia de la salud, todas estas a cargo de la alta dirección.
- ✓ Las prioridades las acciones secundarias a ejecutarse son de responsabilidad de mandos medios como son verificar que el personal cumpla las tareas según el orgánico funcional existente, señalar las áreas a través de pictogramas o símbolos comprensibles, incluir cláusulas contractuales sobre el nivel de presión sonora para la adquisición de maquinaria y equipos, comprobación periódica de las tareas de mantenimiento, evaluaciones de ruido laboral y capacitaciones.

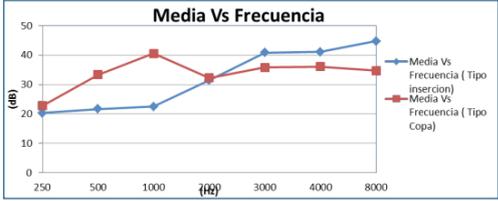
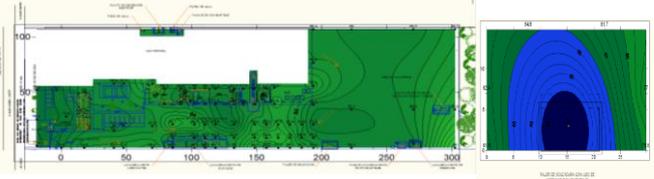
- ✓ Finalmente se sugiere la revisión de la distribución y diseño del área de trabajo y la elaboración de mapa de ruido que especifique los niveles de exposición.

Toda medida de prevención y control debe ser implementada pensando no solo en el bienestar de los trabajadores, si no de las partes interesadas que en este caso serían los estudiantes, pasantes y contratistas al servicio de la Universidad, por lo que se recomienda alinear este estudio al programa de evaluación de los laboratorios según lo estipulado por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior y asegurar una oferta educativa de calidad. la Unidad de Seguridad, Salud y Medio Ambiente UNISSMA, de la Universidad Politécnica Salesiana podría incluir en su matriz de condiciones subestandar, los índices de seguridad física concernientes a la evaluación y medidas de control del ruido en los laboratorios. Esta matriz (tabla 23) es una guía de inspección de los índices de seguridad y aspectos físicos que deben cumplirse en los laboratorios técnicos, la misma clasifica aspectos correspondientes al establecimiento, los equipos utilizados, sistemas, mobiliario, insumos y planes prevención protección y equipamiento para riesgos, el aspecto de ruido se ha incluido en varios ítems debido a la importancia de gestión en la prevención por los resultados evidenciados.

TABLA No. 22

MATRIZ PARA GESTION Y CONTROL DEL RUIDO																						
Ítem	Acción correctiva a tomar	PRIORIDAD	Responsable del cumplimiento	Tiempo de Ejecución	Control del Cierre																	
					Nombre	Fecha																
1	<p>Rediseño del Laboratorio de Solda, por el ruido excesivo proveniente de ventiladores adosados en paredes.</p> 	ALTA																				
2	<p>Recubrimiento de paredes con materiales acústicamente absorbentes como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fibras textiles entrelazadas por resinas sintéticas. - Espuma de poliuretano expandido flexible acoplada a un film de poliuretano. - Fibra de poliéster. - Lana mineral. - Lana de roca. - Otros. 	ALTA																				
3	<p>Revisar las tareas de los colaboradores del laboratorio con la finalidad de determinar la posibilidad de reducir la exposición de acuerdo a los límites de permitidos:</p> <table border="1" data-bbox="363 1120 667 1272"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PERMITIDA</th> </tr> <tr> <th>Nivel Sonoro (Db)</th> <th>Tiempo de exposición por jornada/hora/dB (A - lento)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>0,125</td> </tr> </tbody> </table>	TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PERMITIDA		Nivel Sonoro (Db)	Tiempo de exposición por jornada/hora/dB (A - lento)	85	8	90	4	95	2	100	1	110	0,25	115	0,125	ALTA				
TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PERMITIDA																						
Nivel Sonoro (Db)	Tiempo de exposición por jornada/hora/dB (A - lento)																					
85	8																					
90	4																					
95	2																					
100	1																					
110	0,25																					
115	0,125																					
4	<p>Actualizar el Plan de Vigilancia de Salud de acuerdo a la evaluación de riesgo reportada incluir la ejecución de exámenes pre ocupacionales, periódicos y de retiro.</p>	ALTA																				
5	<p>Verificar que los puestos de trabajo coincidan en tareas y horas de exposición según lo establecido en el orgánico funcional</p> 	MEDIA																				
6	<p>Señalizar a través de pictogramas o símbolos fácilmente comprensibles, los riesgos de la exposición al ruido en la máquina y laboratorio, tras adoptar medidas de prevención. Garantizar que toda la información carezca de ambigüedades y sea de fácil comprensión. Verificar que cualquier información o señal de advertencia verbal o escrita se expresa en la lengua o lenguas oficiales de la Comunidad. (pasantes, estudiantes y docentes).</p> 	MEDIA																				

MATRIZ PARA GESTION Y CONTROL DEL RUIDO

Item	Acción correctiva a tomar	PRIORIDAD	Responsable del cumplimiento	Tiempo de Ejecución	Control del Cierre	
					Nombre	Fecha
7	<p>Incluir cláusulas en los contratos de adquisición de máquinas y equipos para que el proveedor indique el Nivel de presión de sonora. Esto permitirá realizar controles en los mantenimientos.</p> <p>Taladro atornillador xxxxxx BHP343</p> <ul style="list-style-type: none"> Nivel de ruido típico de ponderación A establecido según EN 60745-2-1: Nivel de presión de sonido (LpA): 80 dB (A) Incertidumbre (K): 3 dB (A) El nivel de ruido durante el trabajo puede superar los 85 dB (A). 	MEDIA				
8	Comprobación periódica de las operaciones de reglaje, mantenimiento, reparación, limpieza y las intervenciones sobre la máquina, realizando pruebas con la finalidad de ajustar posibles fallas mecánicas que afecten los límites máximos de ruido en la maquinaria. Mantener tablas estadísticas	MEDIA				
9	<p>Realizar una evaluación de ruido laboral con los métodos de control implantados</p> 	MEDIA				
10	<p>Seleccionar, dotar y capacitar sobre el uso correcto de protección auditiva, durante actividades que no demanden interacción con alumnos:</p>  <p>Media Vs Frecuencia</p> <p>El gráfico muestra la media de ruido en dB (eje Y) frente a la frecuencia en Hz (eje X, escala logarítmica). Se comparan dos tipos de inserción: Tipo Copa (línea roja) y Tipo Inserción (línea azul). La frecuencia de prueba va de 250 Hz a 8000 Hz.</p>	MEDIA				
11	<p>Revisar la distribución y el diseño del área de trabajo y elaborar el mapa de ruido que especifique los niveles de exposición.</p> 	BAJA				

Realización: Autores

TABLA No. 23

HOJA DE INSPECCIÓN CONDICIONES SUBESTÁNDARES			Código:	02-01-106-F010			
ASPECTOS FÍSICOS DE SEGURIDAD EN LABOARTORIOS DE LA UPS			BAJO	MEDIO	ALTO	NO APLICA	OBSERVACIONES
Índice de Seguridad Física de los Laboratorios de Practicas y Áreas De la Universidad Politécnica Salesiana							
Seguridad debido a antecedentes del establecimiento	1	¿El Laboratorio ha sido remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura? Verificar si se han realizado modificaciones usando normas para edificaciones seguras. B= Remodelaciones o adaptaciones mayores; M= Remodelaciones y/o adaptaciones moderadas; A= remodelaciones o adaptaciones menores o no han sido necesarias.					
	2	Condición y seguridad de ventanales. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	3	Condición y seguridad de techos y cubiertas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	4	Condición y seguridad de áreas de circulación interna (pasadizos, elevadores, escaleras, salidas, etc.). B= Los daños a las rutas de circulación interna impiden la circulación dentro del edificio o ponen en riesgo a las personas; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden la circulación de las personas, y otros; A= No existen daños o su daño es menor y no impide la circulación de personas.					
	5	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.					
	6	Sistema de iluminación en sitios claves del laboratorio. Realizar recorrido por cada una de las áreas. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas. B= No; M= Parcialmente; A= Sí					
	7	Se han realizado mediciones del nivel de ruido para cada puesto de trabajo. B=No, M=No a todos los puestos de trabajo; A: Sí					
Equipos del laboratorio y suministros utilizados para las clases.	1	La separación de las máquinas es la suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo sin riesgo B= Todos los laboratorios cumplen ; M= Algunas laboratorios cumplen ; A= Ningún Laboratorio cumple					
	2	Equipos. Las herramientas utilizadas están en adecuadas condiciones para el desarrollo del trabajo. B= Cuando la herramienta está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando la herramienta está en regulares condiciones o poco seguro; A= La herramienta está en buenas condiciones y está seguro.					
	3	Existen las protecciones o resguardos de máquinas, equipos o herramientas. Verificar que las protecciones y el equipo se encuentren en buenas condiciones y fijos. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.					
	3	Están identificados los peligros en las máquinas y herramientas. B= Cuando la señalética está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando la señalética está en regulares condiciones o poco seguro; A= La señalética esta en buenas condiciones y está seguro.					
	4	Los productos químicos peligrosos están etiquetados y su información legible. B= Cuando el etiquetado esta en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el etiquetado está en regulares condiciones o poco seguro; A= el etiquetado está en buenas condiciones y está seguro.					
	5	¿Los tomacorrientes respetan la capacidad de carga del mismo? (no existe varios equipos electrónicos conectados a un mismo tomacorriente, no presentan quemaduras o indicativos de cortocircuitos). B= Cuando el tomacorrientes está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el tomacorriente está en regulares condiciones o poco seguro; A= el tomacorriente está en buenas condiciones y está seguro.					
Sistema de aprovisionamiento de agua	6	Condición y seguridad del equipamiento y mobiliario de bodegas B= Cuando la bodega está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando la bodega está en regulares condiciones o poco seguro; A= La bodega está en buenas condiciones y está seguro.					
	1	Tanque de agua con reserva permanente. Verificar que el depósito de agua cuente con una capacidad suficiente B= Cubre la demanda mínima; M = Cubre la demanda; A= Garantizado para cubrir la demanda 2 de dos horas de uso frecuente.					
Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel):	2	Seguridad del sistema de distribución. Verificar el buen estado y funcionamiento del sistema de distribución, incluyendo la cisterna, válvula, tuberías y uniones. B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.					
	1	Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles. Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Laboratorio. B= Existe el riesgo de falla o no son accesibles; M= se tiene una de las dos condiciones mencionadas; A= los depósitos son accesibles y están en lugares libres de riesgos.					
Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil (incluye computadoras, impresoras, etc.)	1	Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos, Condición del mobiliario de oficina y otros equipos. Verificar que los estantes se encuentren fijos a las paredes y/o con soportes de seguridad. B= La estantería no está fijada a las paredes; M= La estantería está fijada, pero el contenido no está asegurado; A= La estantería está fijada y el contenido asegurado.					
Gases (oxígeno, nitrógeno, etc.)	1	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales. B= No existen áreas exclusivas para tanques y equipos adicionales; M= Áreas exclusivas para protección de tanques y equipos, pero el laboratorista no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado.					

HOJA DE INSPECCIÓN CONDICIONES SUBESTÁNDARES			Código:	02-01-106-F010			
ASPECTOS FÍSICOS DE SEGURIDAD EN LABORATORIOS DE LA UPS			BAJO	MEDIO	ALTO	NO APLICA	OBSERVACIONES
Índice de Seguridad Física de los Laboratorios de Practicas y Áreas De la Universidad Politécnica Salesiana							
ORDEN Y LIMPIEZA	1	Los pisos, cunetas se encuentran limpios, libres de contaminado B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
Planes de contingencia	1	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.					
Químicos	3	Cilindros de gases y líquidos volátiles almacenados están alejados de fuentes de calor y llamas abiertas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	6	Las Hojas Técnicas de Seguridad MSDS de los productos químicos peligrosos están disponibles en los puntos de uso y en español. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	7	Los productos químicos se almacenan en lugares ventilados B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
SEÑALIZACIÓN	1	Existe señales de seguridad (Ej. Señales de advertencia, señales de obligación, señales de prohibición, etc.) B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	4	Los accesos, vías de circulación, evacuación y puertas de emergencia están señalizadas bajo Norma INEN 3864 B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	5	Se exhibe letreros de "Velocidad Máxima de 10 Km/H" B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	6	Otros: especifique					
PROTECCIÓN Y EQUIPAMIENTO CONTRA INCENDIOS	1	El laboratorio cuenta con un sistema contra incendios o medios para situaciones de emergencia que cuente con certificación de mantenimiento preventivo y correctivo B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas y no cuenta con certificación de mantenimiento preventivo; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	3	Se dispone de un sistema de alarma contra incendios operativo y adecuadamente mantenido. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	4	Los gabinetes contra incendios no se encuentran visibles, accesibles e identificables B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	9	Se cuenta con luces de emergencia en funcionamiento B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	10	Las salidas de emergencia, salidas, rutas de evacuación están señaladas y libres de obstáculos B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	11	Los extintores presentan etiquetas de revisión y señalización que indican las instrucciones para su uso (en Español) B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	12	Existen extintores adecuados para los diferentes tipos de fuego en función del factor de riesgo del área. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	13	Otros: especifique					
PROTECCIÓN PERSONAL	1	El personal que labora en los laboratorios dispone de los epp adecuado conforme a los riesgos a los que está expuesto. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.					
	2	Otros: especifique					
SEGURIDAD HUMANA	1	El laboratorio cuenta con un grupo de Brigadas capacitadas, entrenadas y equipadas para situaciones de emergencia (incendios, derrames, emergencias médicas, etc.)					
	4	Otros: especifique					

Fuente: UPS-Sede Cuenca
Adaptación: Autores

BIBLIOGRAFIA

Asfahl, R., & Rieske, D. (2010). Seguridad Industrial y administración de la salud. Arkansas.

Comunidad Andina de Naciones. (23 de Septiembre de 2005). Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo - Resolución 957. Lima, Perú.

Cortés Díaz, J. M. (2007). Seguridad e Higiene del Trabajo-Técnicas de prevención de Riesgos Laborales. Madrid: Tebar.

Delgado Castro, O. S. (2006). La seguridad, la higiene industrial y la protección del medio ambiente en la administración empresarial nicaragüense. Nicaragua .

Falagán Bojo, M. J. (2008). Higiene Industrial Manual Práctico (Vol. Tomo II: Agentes Físicos y Actividades Especiales). España: Fundación Luis Fernández Velasco.

Falagán Bojo, M. J. (2008). Higiene Industrial Manual Práctico. España: Fundación Luis Fernández Velasco.

Fuentes, E., Rubio, C., & Cardemil, F. (2013). Pérdida auditiva inducida por ruido en estudiantes de la carrera de odontología. ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN, Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello 2013; 73: 249-256, Programa de Doctorado en Salud Pública, Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile.

Fundacion MAPFRE. (2015). Manual de higiene Industrial Segunda Edicion. Madrid: MAPFRE, S.A.

Hernández Diaz, A., & González Méndez, B. (2008). Alteraciones Auditivas En Trabajadores Expuestos Al Ruido Industrial.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (07 de marzo de 2016). Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo - Resolución No. C.D. 513. Quito, Ecuador.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, (ISO 9612:2009, IDT), Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 9612: ACÚSTICA. Determinación De La Exposición Al Ruido En El Trabajo. Método De Ingeniería

Mancera Fernández, M., Mancera Ruíz, M. T., Mancera Ruíz, M. R., & Mancera Ruiz, J. R. (2012). Seguridad e Higiene Industrial. Alfaomega.

MedlinePlus. (Mayo de 2014). MedlinePlus. Obtenido de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003044.htm>

Peralta, J. A. (1998). El ruido en la ciudad de México. México.

República del Ecuador. (Noviembre de 1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo - Decreto Ejecutivo 2393. Quito, Ecuador.

República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito.

Rojas González, L., Martínez Leal, R., Paz Araviche, V., Chacín Almarza, B., Corzo Alvarez, G., Sanabria Vera, C., & Montiel López, M. (2004). Niveles de cortisol sérico al inicio y al final de la jornada laboral y manifestaciones extra auditivas en trabajadores expuestos a ruido en una industria cervecera. . Maracaibo.

Tregenza, T. (2005). Un acercamiento gradual al problema del ruido en el trabajo. (A. E. Trabajo, Ed.) MAGAZINE(8), 34. Recuperado el 26 de Julio de 2014, de <https://osha.europa.eu/es/topics/noise>

Tregenza, T. (2005). Un acercamiento gradual al problema del ruido en el trabajo. Magazine, 35.

Wikipedia. (s.f.). Wikipedia . Obtenido de La enciclopedia libre: <https://es.wikipedia.org/wiki/Sonido>

ANEXO 1

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN-ISO 9612
Primera edición
2014-01

ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO. MÉTODO DE INGENIERIA (ISO 9612:2009, IDT)

ACOUSTICS. DETERMINATION OF OCCUPATIONAL NOISE EXPOSURE. ENGINEERING METHOD (ISO 9612:2009, IDT)

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 9612:2009.

DESCRIPTORES: Acústica, determinación, exposición al ruido, Ingeniería.
ICS: 13.140

52 Páginas

ANEXO 2
CERTIFICADO DE CALIBRACION

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR:514
Description Acoustic Calibrator
Serial Number 70140

Calibration Procedure

The acoustic calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual. The procedures and techniques used to follow the recommendations of the IEC standard Electroacoustics – Sound Calibrators IEC 60942:2003, IEC 60942:1997, BS EN 60942:1998 and BS EN 60942:2003 where applicable. The calibrator's main output is 94.00 dB (1 Pa) and this was set within the 0.01 dB resolution of the test system, i.e. one hundredth of a decibel. Numbers in { parenthesis } refer to the paragraph in IEC 60942.

Calibration Traceability

The calibrator above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards {A.0.6}. The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibration Climate Conditions

The climatic test conditions were all maintained within the permitted limits of IEC 60942:1997.

Temperature	{B.3.2}	Permitted band	15°C to 25°C
Humidity	{B.3.2}	Permitted band	30% to 90% RH
Static Pressure	{B.3.2}	Permitted band	85 kPa to 105 kPa
Ambient Noise Level	{B.3.3.6}	Max permitted level	64 dB(Z)

Measurement Results

The figures below are the Calibration Laboratory test limits for this model calibrator and have a smaller tolerance than those permitted in IEC 60942.

94 dB Output	94 dB	Permitted band	93.95 to 94.05dB
104 dB Output	dB	Permitted band	103.80 to 104.30dB
Frequency	1000 Hz	Permitted band	990 to 1010Hz

Uncertainty

With an uncertainty coefficient of k=2, i.e. a 95% confidence level, the uncertainty of each measure is

94 dB Output	± 0.13 dB	104 dB Output	± 0.14 dB
Frequency	± 0.1 Hz	Level Stability	± 0.04 dB

Calibrated by

Calibration Date

28 March 2016

Calibration Certificate Number

216527

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742
Email: sales@cirrusresearch.co.uk

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR:172A
Description Sound Level Meter
Serial Number G068263

Calibration Procedure

The instrument detailed above has been calibrated to the publish test and calibration data as detailed in the instrument hand book, using the techniques recommended in the latest revisions of the International Standards IEC 61672-1:2002, IEC 60651:1979, IEC 60804:2001, IEC 61260:1995, IEC 60942:1997, IEC 61252:1993, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.11-1986 and ANSI S1.43-1997 where applicable.
Sound Level Meters: All Calibration procedures were carried out by substituting the microphone capsule with a suitable electrical signal, apart from the final acoustic calibration.

Calibration Traceability

The equipment detailed above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards {A.0.6}. The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibrated by

Calibration Date

28 March 2016

Calibration Certificate Number

216526

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742
Email: sales@cirrusresearch.co.uk

ANEXO 3

SOFTWARE CIRRUS – RESULTADOS DE MEDICION



Informe de resumen de medición

Nombre LAB CAV (laboral)
Tiempo 13/10/2016 09:01:57 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:05:03
Instrumento G068263, CR:172A

Calibración

Antes 13/10/2016 08:07 Offset -0,26 dB **Después** Offset

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	93,2 dB	30 minutos	81,2 dB
LCPeak	112,7 dB	1 hora	84,2 dB
C-A	-1,4 dB	2 horas	87,2 dB
LEX8	73,4 dB	4 horas	90,2 dB
LAFMax	99,8 dB	6 horas	92,0 dB
		8 horas	93,2 dB
		10 horas	94,2 dB
		12 horas	95,0 dB

