



Universidad del Azuay

Departamento de posgrados

**Maestría en Salud Ocupacional y Seguridad
en el Trabajo**

**Título: Evaluación de la exposición al ruido en el
área de metal mecánica de la empresa Indurama
mediante norma NTE INEN-ISO9612:2009
(Primera edición 2014-01)**

Tesis previa a la obtención del título de Magíster en Salud
Ocupacional y Seguridad en el Trabajo

Autor:

Ing. Andrés Palacios Crespo

Director:

Ing. Fredy Manzano M.Sc.

Cuenca, Ecuador

2019

DEDICATORIA

A mi hijo Jeremías por ser mi motivación y aliento para alcanzar mis metas, a mi familia por su apoyo incondicional para motivarme a ser un mejor profesional y progresar como persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme cumplir una meta más en mi vida junto a un excelente grupo de amigos y docentes, por brindarme la salud, fuerza y sabiduría para culminar mis estudios y poder aportar mis conocimientos en beneficio de mis compañeros y sociedad.

A mi esposa, padres y hermana por su motivación para emprender nuevos retos, sin su apoyo no lo hubiese logrado, a ustedes todo mi agradecimiento.

A las gerencias de los departamentos de Recursos Humanos y Seguridad Integral y Gestión Ambiental de la empresa Indurama Daniel Crespo, Javier Alvarado por el apoyo brindado para que sus colaboradores puedan alcanzar sus objetivos y aportar los conocimientos adquiridos en la maestría para vigilar la salud de sus colaboradores mejorando su ambiente de trabajo, de manera especial al Ingeniero Fredy Manzano director de esta tesis por la apertura brindada y compromiso para elaborar por medio de su experiencia en el campo de la seguridad y salud en el trabajo, el presente estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS	3
1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO:	3
1.1 Objetivo general:.....	3
1.2 Objetivos Específicos:.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:.....	4
2.1 Definiciones:.....	4
2.2 PROCESOS EN EL AREA DE METALMECANICA DE INDURAMA:	7
2.3 Normativa Legal:	11
3. Materiales y Métodos	13
3.1 Materiales	13
3.2 Metodología	15
4. Análisis de trabajo - mediciones	23
4.1 Análisis de trabajo	23
4.2 División de la jornada nominal en tareas	25
4.3 Duración de las tareas	25
4.4 Selección de la estrategia de medición	27
4.5 Medición de Lp,A,eqT,m de las tareas	27
4.6 Tratamiento de errores	29
4.7 Cálculo de incertidumbre y presentación de resultados	31
5. Conclusiones y Recomendaciones:	35
5.2 Recomendaciones – Plan de Control:.....	36
6. Informe	42
7. BIBLIOGRAFÍA:.....	46
Anexos	48

Índice de ilustraciones y cuadros

Figura 1 Frecuencia.....	6
Figura 2 Escala de presión acústica soportada por el hombre.	7
Figura 3 Flujograma del proceso de metalmecánica	8
Figura 4 Area de metalmecánica de Indurama	10
Figura 5 Pistófonos, Sonómetros, Dosímetro	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6 Ejemplo de tres períodos con situaciones de ruido diferente.....	19
Figura 7 Lista de control para detección de eventos de ruido significativos	23
Figura 8 Pantallas de Inicio - Software del dosímetro	28
Figura 9 Medición de ruido - Operador de montacarga	29
Figura 10 Medición de corrientes de aire - Anemómetro	30
Figura 11 Cálculo de nivel de ruido - Método basado en tarea	31
Figura 12 Cálculo de la incertidumbre de medición	32
Figura 13 Evaluación cuantitativa y cualitativa de los 8 puestos evaluados	33
Figura 14 Mapa de ruido del área de metalmecánica de Indurama	34
Figura 15 Tipos de tapones auditivos usados en Indurama	36
Figura 16 Instrucciones de operación y cuidados de tapones auditivos	37
Figura 17 Tipos de orejeras para protección auditiva	39
Figura 18 Instructivo de uso de orejeras para protección auditiva	40
Figura 19 Instructivo para mantenimiento de orejeras para protección auditiva	41
Figura 20 Señalética - uso de protector auditivo	42
Figura 21 Ejemplo de estructura para cabina de insonorización de prensas	43
Figura 22 Ejemplo de cabina de insonorización de prensas mecánicas	44
Figura 23 Adquisición datos ruido-prensa Ona pres 3	49
Figura 24 Adquisición datos ruido-prensa Erfurt.....	51
Figura 25 Adquisición datos ruido-prensa Calinni PLC	53
Figura 26 Adquisición datos ruido-prensa Omera Ross 3	54
Figura 27 Adquisición datos ruido-prensa Copress 1	55
Figura 28 Adquisición datos ruido-Operador de montacarga	56
Figura 29 Adquisición datos ruido-Técnico montajista	57
Figura 30 Adquisición datos ruido-Cizalla Niagara	58
Figura 31 Hojas electrónicas cálculos nivel de ruido-Puestos evaluados	65
Figura 32 Certificado de calibración/verificaciones intermedias	67

TABLA No. 1 Niveles sonoros tolerables / tiempo exposición	12
TABLA No. 2 Guía para la selección de la estrategia de medición	17
TABLA No. 3 Matriz de evaluación de eventos de ruido significativos	24
TABLA No. 4 Matriz de tareas vs tiempos	26
TABLA No. 5 Tiempos de funcionamiento de maquinaria por puesto de trabajo.....	27
TABLA No. 6 Matriz de exposición al ruido en puestos evaluados	32

RESUMEN

En el presente estudio se evalúa el nivel del riesgo físico (ruido) al que se encuentran expuestos los colaboradores del área de Metal Mecánica de la empresa Indurama en el periodo 2019 (semestre 1), para el presente estudio se toma como directriz la norma NTE INEN ISO 9612:2014 Acústica (Determinación de la exposición al ruido en el trabajo - Método de Ingeniería) en el cual propone 3 estrategias de las cuales se escogerá una para el presente estudio. Para dar inicio al estudio se realizó múltiples consideraciones sobre los distintos puestos, actividades, maquinaria, etc. Para brindar resultados acordes a la problemática actual. Los resultados obtenidos varían conforme la máquina que el operador utiliza, pero en contexto se evidencia que el nivel de ruido presente en el área de Metal Mecánica está por encima del nivel de ruido permitido acorde a normativa legal vigente en el país, esta exposición afectara de distintas maneras a cada colaborador debido a que los factores que influyen como el nivel e intensidad de exposición al ruido, frecuencia, edad del trabajador, turnos, antecedentes patológicos del oído del receptor y sensibilidad del trabajador influyen indistintamente en cada persona, a esto sumamos el desconocimiento de consecuencias por la sobre exposición al ruido.

ABSTRACT

In this study, the level of physical risk (noise) to which workers are exposed in the metal mechanical area of the Indurama company is evaluated for the 2019 period (first semester). The standard NTE INEN ISO 9612: 2014 Acoustics (Determination of exposure to noise at work - Engineering Method) was taken as a guideline, it proposes 3 strategies from which one will be chosen for this study. First, several considerations were made on the different positions, activities, machinery and others to provide results according to the current problem. The obtained results vary according to the machine that the operator uses, it is evident that the level of noise present in the metal mechanical area is above the level allowed according to legal regulations in force in the country. This exposure will affect each employee in different ways due to factors such as the level and intensity of exposure to noise, frequency, age of the worker, shifts, pathological history of the ear and sensitivity of the worker, besides the lack of knowledge of the consequences that the overexposure to noise produces.

Autor: César Andrés Palacios Crespo

Trabajo de graduación

Director de Tesis: Ing. Fredy Manzano M.Sc

Fecha: Enero del 2019

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL
ÁREA DE METAL MECANICA DE LA EMPRESA
INDURAMA MEDIANTE NORMA NTE INEN
ISO9612:2009 (Primera edición 2014-01)**

INTRODUCCIÓN

Que, el artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República, establece que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”

Las múltiples actividades que pueden desarrollarse en un área metal mecánica es importante conocer cual o cuales son los factores más críticos para generar accidentes o enfermedades ocupacionales, la falencia de protecciones y capacitación sobre riesgos puede repercutir en la salud de los trabajadores, generando enfermedades ocupacionales y ocasionando pérdidas para el trabajador y empleador

La Industria Metalmeccánica y sus múltiples actividades en este giro de negocio conllevan trabajos de alto riesgo y un ambiente altamente ruidoso, la exposición a altos niveles de ruido crea un ambiente en donde se pueden originar enfermedades ocupacionales sin presentarse síntomas o desconocer los mismos.

La norma internacional ISO 9612 proporciona una guía para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de mediciones, en donde se describe las etapas de: análisis del trabajo, selección de una estrategia de medición, mediciones, tratamiento de errores, evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Esta norma propone tres estrategias como es: medición basada en la tarea; medición basada en la función, medición de una jornada de trabajo completa de la cuales se seleccionará la que más se acople a la naturaleza del trabajo.

De igual forma se vincula el análisis de evaluación de exposición al ruido al Artículo 55 del Decreto ejecutivo 2393 literal 6 en donde se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.

La sinergia que producen las máquinas del área de Metal Mecánica debido a su gran capacidad y tonelaje ocasionan un ambiente ruidoso, esto se suma a la incorrecta utilización de equipos y el desconocimiento de las consecuencias de la exposición al ruido aumentan el riesgo para originar enfermedades ocupacionales.

El equipo de Seguridad Integral y Gestión Ambiental de la empresa Indurama motivados a precautelar la salud de sus colaboradores, aprueban el estudio de exposición al ruido en el área más crítica de la empresa referente a ruido y se pueda conocer a detalle las condiciones actuales del área de Metal Mecánica.

Al finalizar el presente estudio se presentará un plan para mejorar las condiciones actuales del área y disminuir el riesgo (ruido) al que se encuentran expuestos los trabajadores y generando cultura para cuidar su integridad.

Para plantearnos el presente tema de investigación, nos hemos formulado las siguientes preguntas:

¿Cuál es el nivel de exposición a ruido existente en el área de metalmecánica?

¿Cuáles son los puestos de trabajo más críticos (exposición ruido) en el área?

MATERIALES Y MÉTODOS

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO:

El estudio se llevó a cabo en la empresa Indurama de la Ciudad de Cuenca, en el área de Metalmecánica encargada del procesamiento, corte y formado de láminas metálicas destinadas a la fabricación de electrodomésticos que se comercializan en el mercado nacional y para exportación.

El campo de estudio abarca 242 empleados, los cuales trabajan en 3 turnos rotativos y se subdividen en los siguientes puestos de trabajo: operador de prensado mayor, operador de prensado menor, montajistas, operadores de montacargas y coordinadores de producción.

- Operador de prensado mayor (145 trabajadores).
- Operador de prensado menor (68 trabajadores).
- Montajista (9 trabajadores)
- Montacarguista (11 trabajadores)
- Supervisores (8 trabajadores)
- Jefe Metalmecánica (1 trabajador)

Los objetivos trazados para la correcta ejecución de la investigación son los siguientes:

1.1 Objetivo general:

Evaluación de la exposición al ruido en el área de metal mecánica en la empresa Indurama según normativa técnica vigente.

1.2 Objetivos Específicos:

- Identificar una estrategia para la evaluación a la exposición al ruido según NTE INEN ISO 9612:2009 según aplique en el área de estudio.
- Generar un plan de estudio y evaluar según puestos de trabajo y equipos existentes en Metalmecánica.
- Elaborar un mapa de ruido según resultados de la evaluación.
- Elaborar un plan con controles a implementar en el área de metalmecánica de Indurama para disminuir el riesgo.

Se establece como modalidad de estudio una investigación de campo, apoyados con programas de producción, encuestas a trabajadores y supervisores para obtener información y esta poder utilizarla al momento de generar el estudio.

El tema de investigación es de tipo descriptivo con una investigación cuantitativa (métodos matemáticos, estadísticos) para luego poder ser comparados con normativa.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

2.1 Definiciones:

2.1.1 Indurama: Es una empresa ecuatoriana fundada en 1972 su matriz está ubicada en la ciudad de Cuenca en la Av. Don Bosco y Av. Américas (esq), se dedica a la fabricación de electrodomésticos de la línea blanca (refrigeradores, cocinas, cocinetas, hornos, encimeras) e importación de electrodomésticos menores (línea café), se encuentra posicionada como la marca líder en el mercado ecuatoriano y exporta sus productos a los países de Perú, Colombia, Bolivia, Jamaica, Honduras, Chile y Panamá.

2.1.2 Ruido: Es todo sonido no deseado, resultado de la superposición de sonidos, frecuencias e intensidades distintas que pueden ocasionar efectos adversos a la salud de los trabajadores.

2.1.3 Sonido: Es un fenómeno de perturbación mecánica, que se propaga en un medio material elástico (aire, agua, metal, madera, etc.) y que tiene la propiedad de estimular una sensación auditiva.

2.1.4 Metal Mecánica: Área de la industria encargada de suministrar semielaborados (acero, hierro) a los demás eslabones de la cadena productiva con maquinaria, bienes de consumo y herramientas de carácter metálico hechas a la medida

2.1.5 Enfermedades Profesionales u Ocupacionales: Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral.

Se consideran enfermedades profesionales u ocupacionales las publicadas en la lista de la Organización Internacional del Trabajo OIT.

2.1.6 Seguridad en el trabajo: Realización de actividades y medidas que se crean necesarias para lograr prevenir riesgos derivados o provocados por el trabajo que puedan llegar a producir accidentes.

2.1.7 Higiene industrial: Es la rama, de la anticipación, identificación, evaluación y control de los riesgos ocasionados en el lugar del trabajo, que pueden llegar a causar enfermedades o perturbar la salud y el bienestar de los trabajadores.

2.1.8 Salud: Se denomina salud al completo bienestar físico, psíquico y social de las personas, y no precisamente ausencia de enfermedades. (salud, 1946)

2.1.9 Mapa de Ruido: El objetivo de un mapa de ruido es representar en forma gráfica y visual el contorno acústico de un espacio físico determinado en cierto periodo de tiempo. Los niveles de ruido representan en forma similar a los contornos topográficos de un mapa geográfico convencional (Sommerhoff 2006)

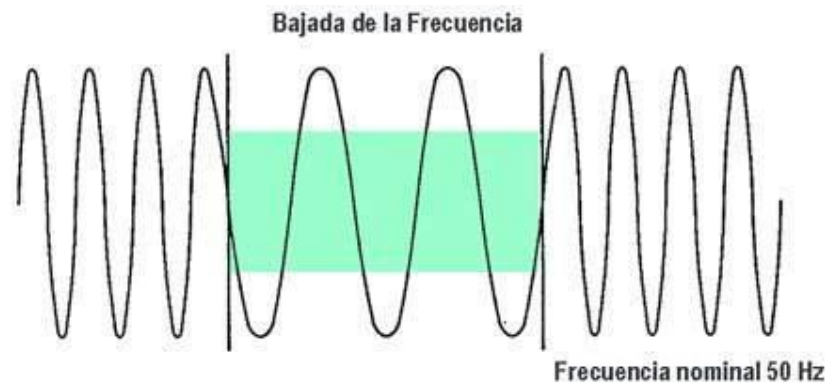
2.1.10 Decibel (dB): El decibel es la medida (logarítmica) utilizada para expresar el nivel de potencia o el nivel de intensidad de sonido. Esta unidad expresa la relación entre la potencia de salida contra la potencia de entrada.

El oído humano no percibe igual las distintas frecuencias y alcanza el máximo de percepción en las medias, por este motivo se definió el decibelio A (dBA), aplicando un filtro previo que quita parte de las bajas y muy altas frecuencias.

2.1.11 Frecuencia (Hz): La frecuencia es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

$$f = 1 / T$$

$$1 \text{ Hz} = 1/S$$



Fuente: Definición Frecuencia-(<https://www.ecured.cu/Frecuencia>)

Figura 1: FRECUENCIA

2.1.12 Nivel de potencia sonora (SWL): Es la energía acústica emitida por la fuente de sonido. Es un valor absoluto que no se ve afectada por el entorno y es independiente de la distancia.

2.1.13 Nivel de presión sonora (SPL): Es la energía acústica emitida por la fuente de sonido. Es un valor absoluto que no se ve afectada por el entorno y es independiente de la distancia.

ACUSTICA SOPORTADA POR EL HOMBRE.

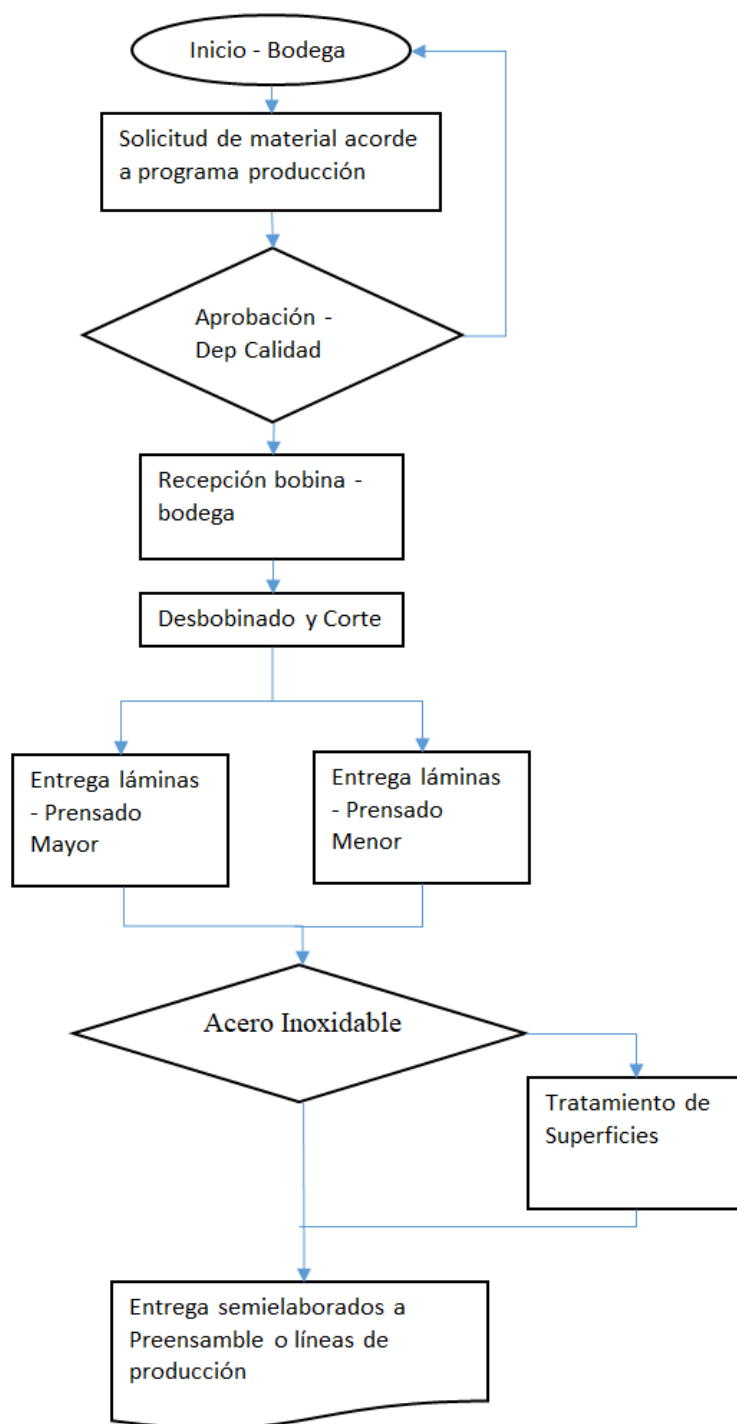
140 dB	Disparo de escopeta / Umbral de dolor
130 dB	Avión despegando / fuegos artificiales
120 dB	Motor de avión / martillo neumático
110 dB	Concierto de rock
100 dB	Taladro
90 dB	Atasco de tráfico en una ciudad
80 dB	Tren / secador de pelo
70 dB	Tráfico tranquilo / aspiradora
60 dB	Conversación normal
50 dB	Sonido ambiental en una oficina
40 dB	Conversación susurrada / lluvia
30 dB	Sonido ambiental en el campo
20 dB	Estudio de grabación vacío
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición normal

Fuente: Insonorización prensa mecánica – Universidad Politécnica Cataluña 2015

Figura 2: ESCALA DE PRESIÓN

2.2 PROCESOS EN EL AREA DE METALMECANICA DE INDURAMA:

El proceso productivo de esta área es la recepción de bobinas de hierro, hierro colaminado, acero inoxidable para transformarlos en semielaborados de piezas metálicas, optimizando los recursos disponibles como; materiales, mano de obra, maquinaria y equipo mediante la implementación del sistema lean manufacturing y metodología 5S optimizando sus procesos y minimizando desperdicios, aquí se procesa las partes de lo que sería el producto final que serán ensambladas en las respectivas líneas.



Fuente: Metalmecánica Indurama 2019.

Figura 3: FLUJOGRAMA PROCESO METALMECANICA

El área de metalmecánica ejecuta sus tareas paralelas al programa de producción semanal y mensual programado conforme a demanda del área de ventas y buffers, por lo que cada puesto de trabajo cumple su tarea de forma sistemática, requiriendo materia prima de su proveedor y ofreciendo la cantidad de semielaborados requerido por su cliente.

El área ejecuta sus labores en tres turnos rotativos (24 horas), turno 1 de 23:30 a 7:00, turno 2 de 7:00 – 15:30 y el turno 3 de 15:30 a 23:30, en el área laboran 241 personas, Los procesos que se ejecutan en esta área son: embutido, troquelado, estampado, bordonado/perfilado, corte, doblado y perforado, luego pasan al área de tratamiento de superficies, dependiendo del material y requerimiento, las cuales serán destinadas a diferentes áreas como: pre-ensamble de cocinas, refrigeradoras, y bodegas.

Los sub procesos que se llevan a cabo en las diferentes secciones de metalmecánica son:

2.2.1 Corte de Planchas: En esta área el proceso comienza por el abastecimiento de la materia prima, luego pasa a bobinas para proceder a desenrollarlas, aplanarlas y cortarlas mediante un grupo de máquinas llamadas Tren de Desbobinado, también se encuentran las 3 cizalladoras que cortan planchas más pequeñas, luego el producto terminado va a las bodegas.

2.2.2 Prensado Mayor: Esta área realiza diferentes procesos de formados mecánicos tales como; troquelado, embutido, estampado; las piezas cortadas se colocan en una matriz y son transformadas de una plancha a un cuerpo multiforme en base al modelo de la matriz, una vez procesadas se las coloca en cestas. En esta sección no son en cadena a comparación de las otras secciones, en cada máquina se procesan diferentes piezas de acuerdo a la producción.

2.2.3 Prensado Menor: Este centro de trabajo realiza los procesos de troquelado, perforado, doblado, perfilado/bordonado, la diferencia con prensado mayor es que en esta se trabaja con piezas pequeñas para obtener el producto final.



Fuente: Metalmecánica Indurama 2019.

Figura 4: Área de Metalmecánica Indurama.

El departamento de Seguridad Integral y Gestión Ambiental de la empresa Indurama, ejecuta periódicamente inspecciones y capacitaciones para concientizar a todos los colaboradores de la empresa y sus distintas bodegas, sobre la importancia del uso de los EPP'S (elementos de protección personal) en sus diversas actividades, de igual forma se ejecutan exámenes ocupacionales a todo nuevo personal contratado, personal que deja la empresa y exámenes anuales a todo su personal para identificar posibles afecciones a la salud ocasionadas por el ambiente de trabajo.

2.3 Normativa Legal:

2.3.1 Decreto ejecutivo 2393, Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo:

Art. 11. Numeral 2. Obligaciones de los empleadores indica: La Adopción de medidas necesarias para prevenir los riesgos que puedan perturbar al bienestar y salud de los trabajadores en los puestos de trabajo.

Mediante el artículo 55, numeral 1 determina que la prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología del apartado 4 del artículo 53 en donde se determina que en los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención, y de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resulten técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante

Art 55 literal 3, las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se situaran en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.

Art 55 literal 6, Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

Art 55 literal 7, Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro “A” en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:

Tabla No 1: Niveles Sonoros tolerables / Tiempo Exposición.

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

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

Art. 179 Protección Auditiva.

1. Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobre pase el establecido en este reglamento, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.
2. Los protectores auditivos serán de materiales tales que no produzcan situaciones, disturbios o enfermedades en las personas que los utilicen. No producirán además molestias innecesarias, y en el caso de ir sujetos por medio de un arnés a la cabeza, la presión que ejerzan será la suficiente para fijarlos debidamente.
3. Los protectores auditivos ofrecerán la atenuación suficiente.
Su elección se realizará de acuerdo con su curva de atenuación y las características del ruido.

2.3.2 Control de Riesgos: Decisión 584, Capítulo III Gestión de la Seguridad y Salud en los centros de trabajo – obligaciones de los empleadores:

Art. 11. c) “Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, la ropa y los equipos de protección individual adecuados”. (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2004)

3. Materiales y Métodos

3.1 Materiales:

Los equipos seleccionados para efectuar las mediciones cumplen los requisitos especificados en la ISO 9612 (2009)

Dosímetro o exposímetro sonoro personal:

Marca SOUNSTEK Modelo: ST-130

Bajo Norma IEC 61672-1:2001 clase 2.

Sonómetro

Marca EXTECH Modelo 407750

Bajo Norma IEC 61672-1:2003 clase 2.

Estos equipos disponen previamente de un certificado de calibración y certificados de verificaciones intermedias realizadas por el departamento de metrología mediante el uso de pistófonos patrón recomendados por el fabricante y la norma IEC 60942:2003 Calibradores Acústicos.



Figura 5: Pistófonos, Sonómetro, Dosímetro.

Fuente: Metrología Indurama 2019.

La configuración del equipo para mediciones se las realiza acorde a las recomendaciones del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo – Decreto Ejecutivo 2393 art 55 literal 7 (Escala Ponderada A, velocidad Lenta)

3.2 Metodología

3.2.1 Cálculo Muestra:

El universo total de estudio del área de metal mecánica emplaza 241 trabajadores de acuerdo a esta información se procedió a calcular el número de puestos donde se realizará el estudio.

N (Número total de la población): 241 trabajadores.

Z (Nivel de confianza): 95%

P (Probabilidad de éxito): 90%

q (Probabilidad de fracaso): 10%

d (Precisión, error máximo admisible)

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{241 \times 0.95^2 \times 0.90 \times 0.10}{0.10^2 \times (241 - 1) + 0.95^2 \times 0.90 \times 0.10}$$

$$n = 7.89 \text{ Colaboradores}$$

Los cuáles serán evaluados por sus puestos de trabajo de la siguiente manera:

- (4) Operadores de prensado mayor
- (2) Operadores de prensado menor
- (1) Técnico Montajista
- (1) Operador de Montacargas

Criterios para selección de puestos de trabajo a evaluar:

- Percepción de ruido por puesto trabajo (medición).
- Encuesta a supervisores y operadores
- Tiempo que labora en el área y en la empresa.
- Síntomas de hipoacusia o enfermedad relacionada

3.2.2 Definición de los grupos de exposición al ruido homogéneo:

Los recursos y tiempos de medición se pueden reducir definiendo grupos de exposición homogéneos, es decir trabajadores que realicen un trabajo similar sometidos bajo una misma carga de presión sonora.

Los grupos se pueden definir analizando el trabajo según criterios de producción, de proceso o de actividad profesional.

3.2.3 Determinación de una jornada nominal

La jornada nominal comprende los períodos de trabajo y las pausas, se puede determinar consultando a los trabajadores, supervisores y generando el acompañamiento en las mediciones (trabajo in situ).

En algunos casos, el trabajo y la exposición varía de un día a otro por lo que las mediciones se deben planificar para garantizar que todos los eventos significativos de ruido estén incluidos.

3.2.4 Análisis de Trabajo: El análisis de trabajo debe proporcionar suficiente información sobre el trabajo y los trabajadores sometidos al estudio, de manera que se pueda escoger la estrategia más adecuada y se puedan planificar las mediciones.

3.2.5 Selección de la estrategia de medición: La estrategia de medición depende de múltiples factores como el objetivo de la medición, la complejidad del puesto de trabajo, el número de trabajadores en el puesto de trabajo, la duración efectiva de la jornada laboral, el análisis e información del puesto de trabajo y el tiempo disponible para mediciones.

Se debe elegir una estrategia de medición escogiendo entre una medición basada en la tarea, una medición basada en la función o una medición de una jornada completa. Se puede utilizar más de una medición, si procede.

Tabla No 2:

Guía para la 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 – ISO9612 (2014-01) Primera Edición

3.2.6 Mediciones: La magnitud de medición básica debe ser L_p, A, eqT . Además, si procede se debe medir L_p, C_{pico} . Las mediciones deben seguir la estrategia escogida.

El micrófono debe estar colocando en la parte superior del hombro, a una distancia de al menos 0,1 m de la entrada del canal auditivo externo, del lado más expuesto al ruido y 0,04 m por encima del hombro. La influencia mecánica de la ropa no debe influir en los resultados.

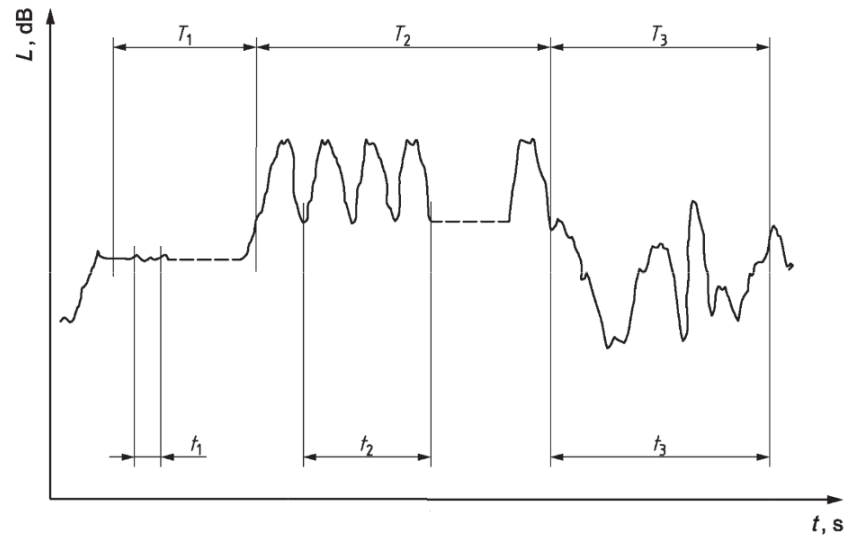
El trabajador que está siendo monitorizado está informado del objetivo de la medición.

Las mediciones deben cubrir las variaciones del nivel de ruido en el seno de cada tarea.

El técnico encargado de la medición debe garantizar que la situación del trabajo es representativa, si las mediciones presentan alguna dificultad al momento de seguir las actividades se deben registrar por otros medios como son las entrevistas y registros de trabajo y se debe plasmar en el informe.

La duración de cada medición debe ser lo suficiente larga como para representar el nivel de presión sonora continuo equivalente medio de la tarea real. Si la duración de la tarea es inferior a 5 minutos la duración de cada medición debe ser igual a la duración de la tarea, para tareas más largas, la duración de cada medición debe ser de al menos 5 minutos.

Sin embargo, la duración de cada medición se puede reducir si el nivel es constante o repetitivo o si el ruido producido por la tarea se considera como contribuyente menor a la exposición total al ruido (t_2 de la Figura 6).



Leyenda

L	nivel de ruido en función del tiempo	t	tiempo
T_1	duración de la tarea 1	t_1	duración de la medición 1: ruido más o menos constante
T_2	duración de la tarea 2	t_2	duración de la medición 2: ruido fluctuando de manera cíclica
T_3	duración de la tarea 3	t_3	duración de la medición 3: ruido fluctuando de manera aleatoria

Fuente: NTE INEN ISO 9612 Primera Edición.

Figura 6: Ejemplo de tres períodos con situaciones de ruido diferente y duración real de cada medición

Para la tarea m , calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A a partir de I mediciones separadas, $L_{p,A,eqT,m,i}$.

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m,i}} \text{ dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m,i}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración T_m

i es el número de una muestra de la tarea m

I es el número total de muestras de la tarea m

3.2.6.1 Cálculo de la contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario

Este cálculo es opcional y se puede realizar si se requiere un valor para la contribución relativa de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \frac{\bar{T}_m}{T_0} \text{ dB}$$

Donde

$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m según se indica en la ecuación anterior.

\bar{T}_m es la media aritmética de la duración de la tarea m

T_0 es la duración de referencia $T_0 = 8 \text{ h}$

3.2.6.2 Determinación del nivel de exposición al ruido diario

El nivel de exposición al ruido ponderado A, $L_{EX,8h}$, a partir de las siguientes ecuaciones:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \text{ dB}$$

Donde

$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea

\bar{T}_m es la duración aritmética media de la tarea m

T_0 es la duración de referencia $T_0 = 8 \text{ h}$

m es el número de la tarea

M es el número total de tareas m que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario

La ecuación permite el cálculo del nivel de exposición al ruido ponderado A, a partir de la contribución al ruido de cada una de las tareas. Se puede utilizar si la contribución relativa de cada tarea m se ha calculado de acuerdo con el punto 3.6.4.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \sum_{m=1}^M 10^{0,1xL_{EX,8h,m}} \text{ dB}$$

Donde

$L_{EX,8h, m}$ es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición al ruido diario.

m es el número de la tarea

M es el número total de tareas que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario.

3.2.7 Tratamiento de errores e incertidumbre: Las fuentes de errores e incertidumbres que pueden influir en el resultado se deben evaluar de acuerdo con los capítulos 13 y 14 de la norma ISO 9612.

Algunas fuentes de incertidumbre requieren una atención específica para poder reducir su influencia todo lo posible.

Las fuentes de incertidumbre en el resultado son:

- a) Las variaciones en el trabajo diario, 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 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 comportamientos atípicos.

3.2.8 Cálculos de la incertidumbre y presentación de los resultados: Se calculará $L_{EX,8h}$ según la estrategia seleccionada y la incertidumbre acorde al método.

Las incertidumbres asociadas a la medición de la exposición al ruido se deben determinar de acuerdo con el anexo C de la norma ISO 9612.

3.2.8.1 Determinación de la incertidumbre expandida para una medición basada en la tarea.

La expresión general para la determinación del nivel de exposición al ruido ponderado A, $L_{EX,8h}$, utilizando:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M \frac{\overline{T_m}}{T_0} 10^{0,1xL_{p^*,A,eqT,m}} \right] \text{ dB}$$

Donde

$\overline{T_m}$ es la media aritmética de las duraciones de la tarea m

T_0 es la duración de referencia $T_0 = 8 \text{ h}$

m es el número de tarea

M es el número total de tareas

$L_{p^*,A,eqT,m}$ es la estimación del nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m

$$L_{p^*,A,eqT,m} = L_{p,A,eqT,m} + Q_2 + Q_3$$

Donde

Q_2 es la corrección para el instrumento de medición utilizado para la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

Q_3 es la corrección para la posición del micrófono utilizado para la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

4 Análisis de Trabajo - Mediciones

4.1 Análisis de Trabajo

Para el presente estudio se consideró generar encuestas a supervisores, trabajadores y con la ayuda técnica del Anexo A de la norma NTE ISO 9612. Se puede conocer de mejor manera, las variables que aportan directa e indirectamente la exposición al ruido en determinado puesto de trabajo.

Anexo A (ISO9612)	
Lista de control para garantizar la detección de los eventos de ruido significativos durante el análisis del trabajo	
	Sí No
¿ Se presentan alguna de estas situaciones?	
● uso de chorros de aire comprimido	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● emisiones de aire comprimido	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● martilleo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● choques intensos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● uso ocasional de máquinas y herramientas muy ruidosas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● paso de vehículos ruidosos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
¿ Se producen operaciones muy ruidosas durante determinadas fases?	
● al principio del turno	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● al final del turno	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● durante la fase de ajuste o de suministro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● durante las actividades de arranque o paro en la producción	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● durante la fase de limpieza	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● otros	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
¿ Se producen actividades muy ruidosas en los puestos de trabajo vecinos?	
● tipo:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
● puestos de trabajo expuesto	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Observaciones:	

Fuente: Anexo A –NTE ISO9612 Primera Edición.

Figura 7: Lista de control para detección de eventos de ruido significativos

Tabla No 3:

Matriz de evaluación de eventos de ruido significativos en el área de Metalmecánica.

	Se presenta alguna de estas situaciones						Se producen operaciones muy ruidosas durante determinadas fases						Se producen actividades muy ruidosas en los puestos de	% Exposición a eventos de ruido significativo durante el análisis del trabajo
	uso de chorros de aire comprimido	emisiones de aire comprimido	martilleo	choques intensos	uso ocasional de máquinas y herramientas muy ruidosas	paso de vehículos ruidosos	al principio del turno	al final del turno	durante la fase de ajuste o de suministro	durante las actividades de arranque o paro en la	durante la fase de limpieza	otros		
Operador prensado mayor - Prensa Ona Pres 3	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	92,3
Operador prensado mayor - Prensa Erfurt	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	76,9
Operador prensado mayor - Prensa Calinin	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	76,9
Operador prensado mayor - Prensa Omera Ross	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	84,6
Operador prensado menor - Prensa Copress 1	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	84,6
Operador de Montacarga	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	84,6
Técnico Montajista	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	92,3
Operador de prensado menor - Cizalla Niagara	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	76,9

En donde el resultado de la lista de control, programa de producción e información de personal del área ayudan a elaborar el plan de mediciones en los puestos a evaluar.

Se generan mediciones de ruido al inicio de turno, en pasillos de metal mecánica, una hora antes de la reunión diaria de equipos de trabajo, reunión de equipos de trabajo, hora almuerzo, etapas de para de maquinaria, cerca del final del turno.

Los ciclos de adquisición de datos (exposición al ruido) están comprendidos entre 10 minutos y 150 minutos, siendo estos los necesarios de acuerdo al análisis de trabajo.

4.2 División de la jornada nominal en tareas

Para los trabajadores o grupo de exposición al ruido homogéneo sometido a evaluación, la jornada nominal se debe dividir en tareas. Cada tarea se debe definir de manera que $L_{p,A,eqT}$ (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A) sea con probabilidad repetible. Es necesario garantizar todas las contribuciones al ruido relevantes estén incluidas.

La información detallada a la duración de las tareas es especialmente importante para aquellas fuentes de ruido con niveles de ruido elevados.

4.3 Duración de las tareas.

Se debe determinar las duraciones de las tareas, T_m mediante:

- a) Entrevista a los trabajadores y supervisor
- b) La observación y la medición de tiempos de las tareas durante las mediciones de ruido
- c) La recopilación de información respecto al funcionamiento de las fuentes de ruido típicas (los procesos del trabajo, las máquinas, las actividades del entorno)

También es posible preguntar a varios trabajadores y supervisores que indiquen el rango de duración más razonable.

Tabla No 4:

Matriz de tareas vs tiempos en el área de Metalmecánica

Matriz de Tareas vs Tiempo en el Area de Metalmecánica.			
	# Tarea	Tarea	Duración (h)
Prensado Mayor - Ona PreS 3	1	Inicio turno	0.16
	2	Fun Prensa	2.07
	3	Solicitud Material	0.21
	4	Pulir	0.5
	5	Fun Prensa	0.8
	6	Almuerzo	0.42
	7	Reunión	0.2
	8	Fun Prensa	2.18
	9	Para Maquina	0.25
	10	Fun Prensa	1.21
Prensado Mayor - Prensa Erfurt	1	Inicio turno	0.16
	2	Fun Prensa	2.91
	3	Ord Sestas /Cam Matriz	0.75
	4	Reunión	0.2
	5	Almuerzo	0.41
	6	Fun Prensa	1.18
	7	Para Maquina	0.25
	8	Fun Prensa	2.14
Prensado Mayor - Prensa Calinni PLC	1	Tarea	Duración
	2	Inicio turno	0.16
	3	Fun Prensa	3.63
	4	Almuerzo	0.42
	5	Reunion	0.2
	6	Ord Sestas /Cam Matriz	0.93
	7	Fun Prensa	1.9
	8	Para Maquina	0.22
	9	Fun Prensa	0.54
Prensado Mayor - Omera Ross	1	Inicio turno	0.16
	2	Fun Prensa	3.63
	3	Para Maquina	0.37
	4	Almuerzo	0.42
	5	Reunion	0.2
	6	Ord Sestas /Cam Matriz	0.86
	7	Fun Prensa	2.36
Prensado Menor - Copress 1	1	Inicio turno	0.16
	2	Fun Prensa	3.33
	3	Para Maquina	0.25
	4	Almuerzo	0.42
	5	Reunion	0.2
	6	Rotacion /Cam Matriz	0.68
	7	Fun Prensa	2.96
Prensado Menor - Durmazlar	1	Inicio turno	0.17
	2	Fun Prensa	2.64
	3	Solicitud Material	0.49
	4	Almuerzo	0.42
	5	Fun Prensa	2.39
	6	Solicitud Material	0.37
	7	Para Maquina	0.61
	8	Fun Prensa	0.9
Operador de Montacarga	1	Inicio turno	0.16
	2	P Mayor	3.4
	3	Reunion	0.2
	4	Almuerzo	0.42
	5	P Menor	2.04
	6	Pasillos MM	1.2
	7	Ubi Matrices	0.58
Técnico Montajista	1	Inicio turno	0.16
	2	Matrices P Mayor	1.69
	3	Area PM	1.3
	4	Reunion	0.2
	5	Almuerzo	0.42
	6	Matrices P Menor	1.98
	7	Area Pm	0.77
	8	Matrices P Mayor	1.48

Tabla No 5:

Tiempos de funcionamiento de maquinaria por puesto de trabajo (8h)

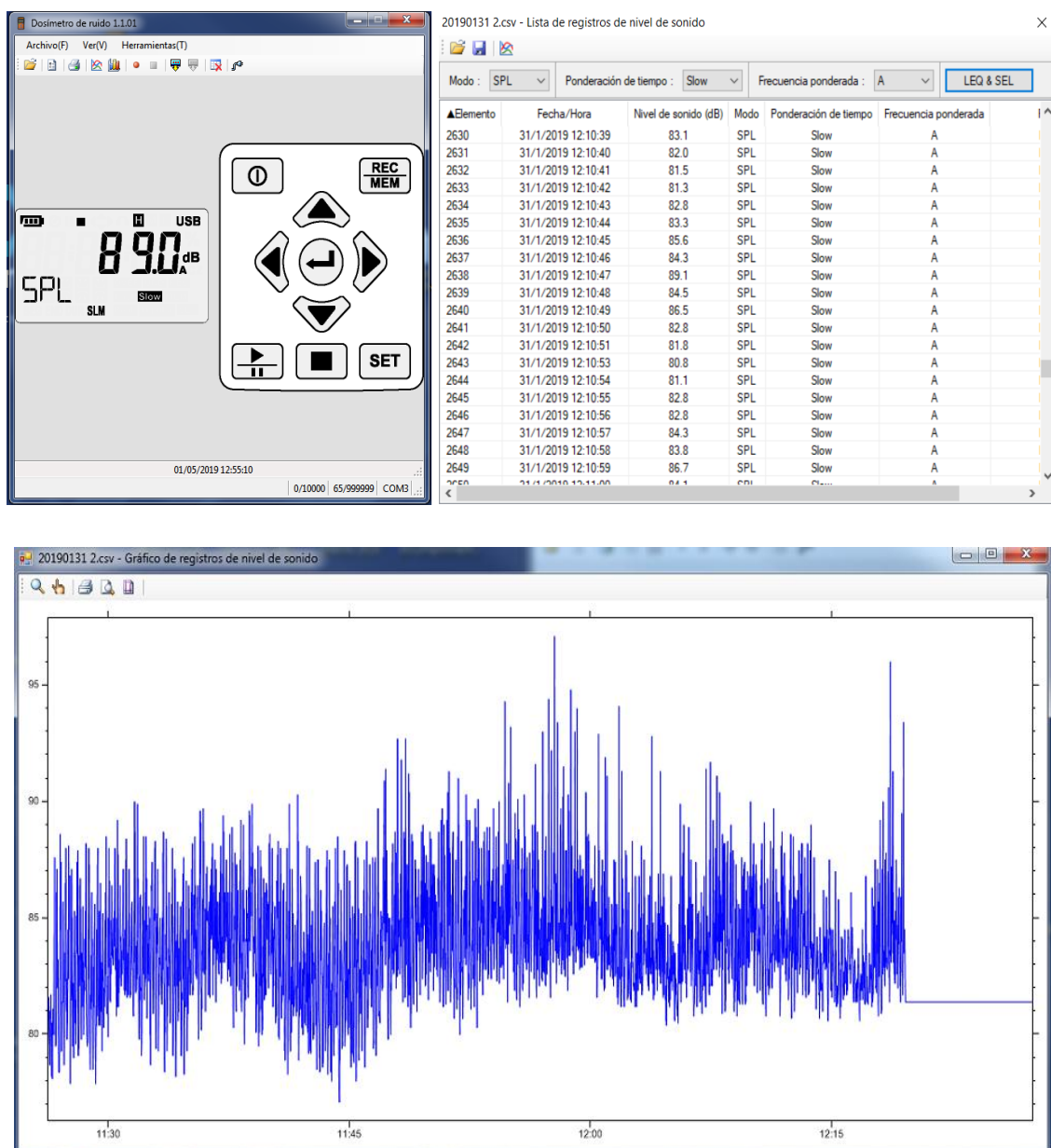
Máquina	Tiempo de Operación / Turno (h)
Prensa Ona PreS 3	6,26
Prensa Erfurt	6,23
Prensa Calinni	6,07
Prensa Omera Ross	5,99
Prensa Copress 1	6,29
Cizalla Niagara	5,93

4.4 Selección de la Estrategia de Medición.

Para el presente estudio se utilizó la tabla No 2 del punto 3.2.2 (Selección de la estrategia de medición) en donde el tipo y pauta de trabajo, orientan el estudio acorde a la estrategia de medición basada en la tarea.

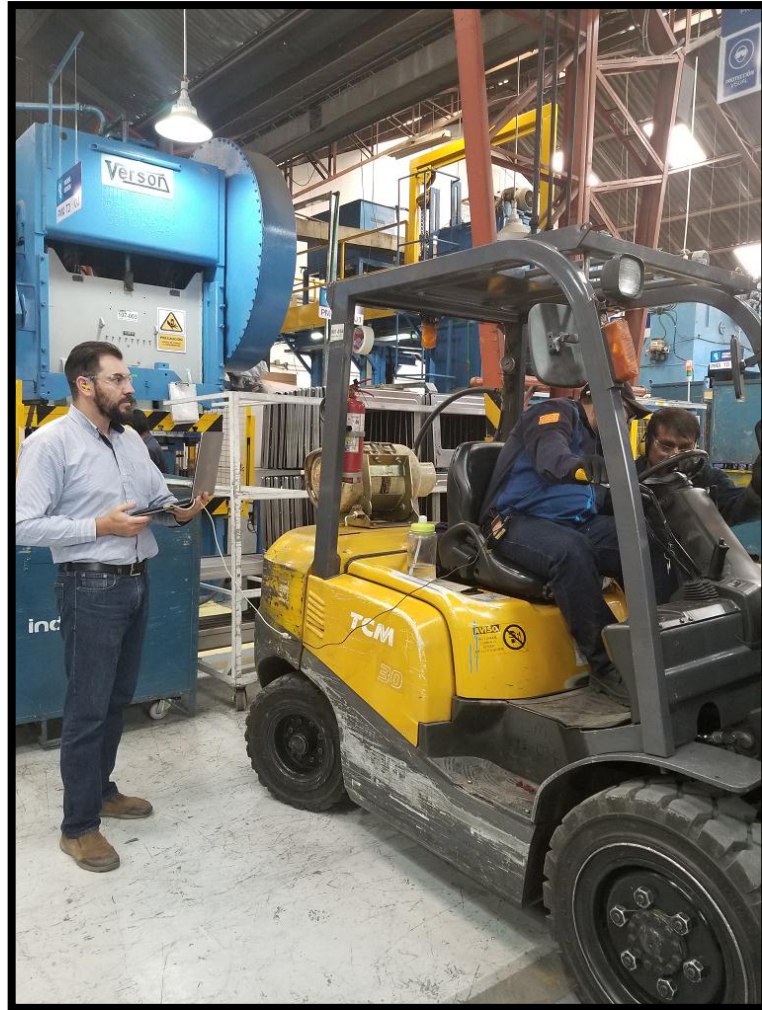
4.5 Medición de Lp, A,eqT,m de las tareas

Para cada tarea, el valor de Lp,A,eqT,m representativo de la exposición al ruido del trabajador se debe medir de acuerdo a las recomendaciones del capítulo 12 de la norma ISO9612.



Fuente: Dosímetro de ruido versión 1.1.01.

Figura 8: Pantallas de Inicio – Software del Dosímetro



Fuente: Área Metalmecánica 2019

Figura 9: Medición de Ruido - Operador de Montacarga.

4.6 Tratamiento de Errores

Se considera las actividades y situación del trabajo y como este puede influenciar en la toma de datos (mediciones) dentro de estas variaciones se eliminó las variables de roce con ropa e impactos debido a que personalmente se realizó la colocación de equipos en los trabajadores y supervisión al momento del registro de datos.

Se trabajó en un análisis de las tareas verificando las variaciones de cada actividad en el puesto de trabajo contra la programación de producción, división de actividades en una jornada nominal, y equipos del entorno que aportan ruido a la tarea.

Se minimizó en gran manera el error que puedan agregar los equipos generando calibraciones semanales (verificaciones intermedias) para garantizar que no existe distorsión con las mediciones, de igual forma se realizó una medición con un anemómetro en diferentes puestos de trabajo garantizando que no existen corrientes de aire (0 m/s) que aporte un valor erróneo en las mediciones.



Fuente: Área Metalmecánica 2019

Figura 10: Medición de corrientes de aire - Anemómetro

No se detecta ninguna fuente potencial de errores

4.7 Cálculo incertidumbre y presentación de resultados.

El cálculo de la incertidumbre se los realizó acorde el Anexo C de la norma ISO9612 literal C.2. Determinación de la incertidumbre expandida para una medición basada en la tarea, como se encuentra expuesto en el punto 3.2.8.1 de este estudio.



ISO 9612		Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C)													
		Método de medición basado en la tarea													
Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul															
Para cada actividad	Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido L_p , A, EQT, me y posiblemente el nombre de la actividad														
Para cada actividad:	Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas y decimales relativos (por ejemplo, 7.5h=7 h 30 min, 7.25 h = 7 h 15 min)														
Sólo para las actividades m:	Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)														
 	Nombre de la actividad	Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
		Operación Prensa		Almuerzo		Solicitud Material		Pulir		Reunión		Para máquina		Inicio Turno	
	Número de orden de la muestra	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)
	1	93,02	6,26	74,8	0,42	88,6	0,21	91,73	0,5	90,55	0,2	87,5	0,25	72,6	0,16
	2	92,44													
	3	92,04													
	4	91,07													
	5														
	6														
	7														
	8														
9															
10															
Incertidumbre instrumentos	u2		u2		u2		u2		u2		u2		u2		
	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		
Número de niveles medidos	4		1		1		1		1		1		1		
L_{p,Aeq,T_m} : Nivel medio (dBA)	92,2		74,8		88,6		91,7		90,6		87,5		72,6		
Incertidumbre estándar (dB)	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		
Diferencia máximo-mínimo (dB)	2,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		
Número de estimaciones de duración	1		1		1		1		1		1		1		
T_m : duración de la actividad (h)	6,3		0,4		0,2		0,5		0,2		0,3		0,2		
Incertidumbre estándar u_{13} (dB)	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		

Figura 11:

Hoja electrónica cálculo nivel de ruido – Método basado en la tarea (Prensa Ona PresS 3)

ISO 9612		Cálculo de la incertidumbre de medición (Appendice C)							
Método de medición basado en tarea - Resultados		Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo * Tareas/Datos *							
NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO	91,6	dBA	Número total de actividades		7				
INCERTIDUMBRE (TOTAL)	2,7	dB	Duración total de la jornada (h)		8,0				
Resultado			Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)	$L_{p,AeqT,m}$		92,2	74,8	88,6	91,7	90,6	87,5	72,6
Duración de la actividad m (h)	T_m		6,3	0,4	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2
$L_{EX,Sh}$ de cada actividad	$L_{EX,Sh,m}$		91,1	62,0	72,8	79,7	74,5	72,4	55,6
Incetidumbre		Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro	Incetidumbre estándar (C.6)	$u_{1a,m}$	0,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coficiente de sensibilidad (C.4)	$c_{1a,m}$	0,89	0,00	0,01	0,1	0,0	0,0	0,0
Duración	Incetidumbre estándar (C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coficiente de sensibilidad (C.5)	$c_{1b,m}$	0,62	0,01	0,27	0,6	0,4	0,2	0,0
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)		$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,37	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición		$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida		$c_{1a,m} * u_{2,m}$	1,34	0,00	0,02	0,1	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones		$c_{1a,m} * u_3$	0,89	0,00	0,01	0,1	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,13	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Instrumentos de medida	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	1,78	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Posición de las mediciones	$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,79	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Suma para la actividad m		$u^2(L_{EX,Sh,m})$	2,71	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Suma de todas las actividades (C.3)		$u^2(L_{EX,Sh}) =$	2,72						
Incetidumbre compuesta		$u(L_{EX,Sh}) =$	1,7						
		(C.2) $L_{EX,Sh} =$	91,6						
		$U(L_{EX,Sh}) = 1,65 * u(L_{EX,Sh}) =$	2,7						

Figura 12:

Hoja electrónica cálculo de la incertidumbre de medición (Prensa Ona Pres 3)

Tabla No 6:

Matriz de exposición al ruido en puestos evaluados del área de Metalmecánica

Matriz Cuantitativa de Riesgo Físico en el área de Metalmecánica de Indurama					
Puesto de Trabajo	Trabajadores Expuestos por Turno	Valor referencia D.E 2393 (ruido 8 horas de trabajo)	Valor Encontrado (dB)	Incertidumbre Expandida	Rango
Operador prensado mayor - Prensa Ona Pres 3	2	85 dB	91.6	2.7	Fuera
Operador prensado mayor - Prensa Erfurt	2 - 4		97	4	Fuera
Operador prensado mayor - Prensa Calinin	2		92.1	2.9	Fuera
Operador prensado mayor - Prensa Omera Ross	3		93.6	2.3	Fuera
Operador prensado menor - Prensa Copress 1	1		95.1	3	Fuera
Operador de Montacarga	1		92.5	2	Fuera
Técnico Montajista	1		93.2	2.2	Fuera
Operador de prensado menor - Cizalla Niagara	2		94.1	2.7	Fuera

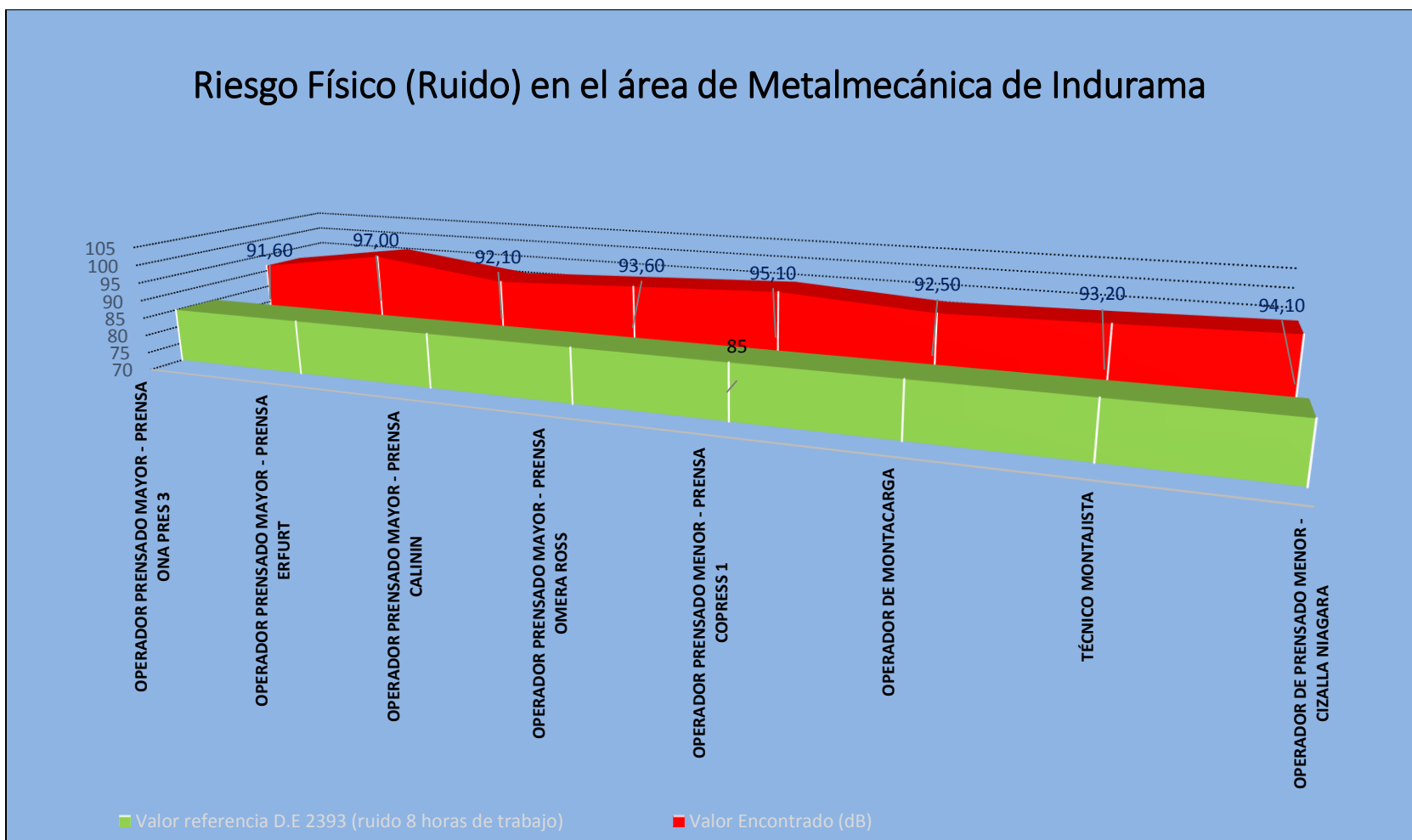


Figura 13:

Evaluación cuantitativa y cualitativa de los 8 puestos evaluados en el área de Metalmecánica.

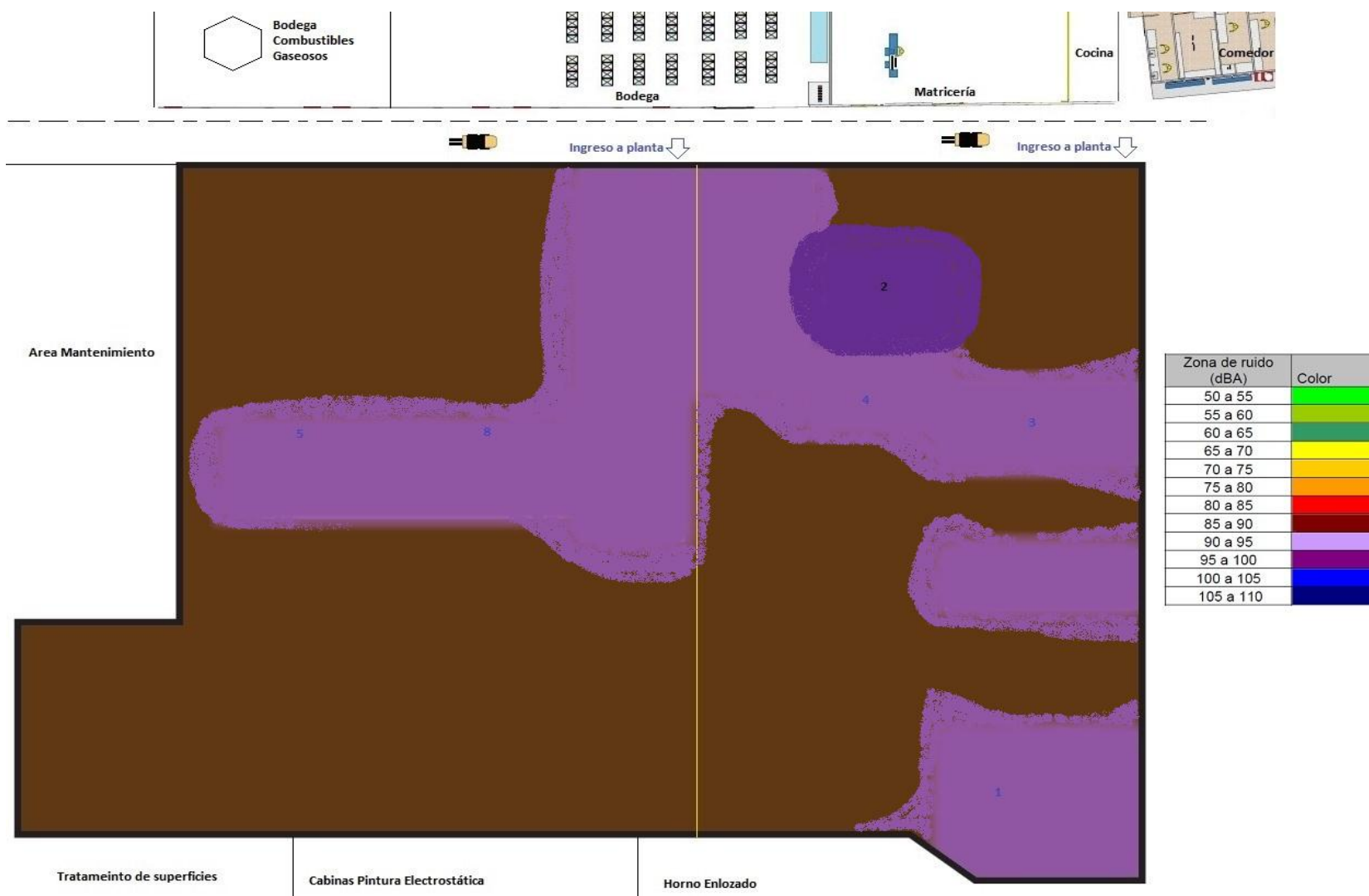


Figura 14: Mapa de ruido del área de metalmecánica de Indurama.

5 Conclusiones y Recomendaciones:

5.1 Conclusiones:

Una vez elaborado el estudio de la evaluación de la exposición al ruido en el área de Metalmecánica de Indurama, entregamos las siguientes conclusiones de las cuales se podrán plantear acciones preventivas o correctivas.

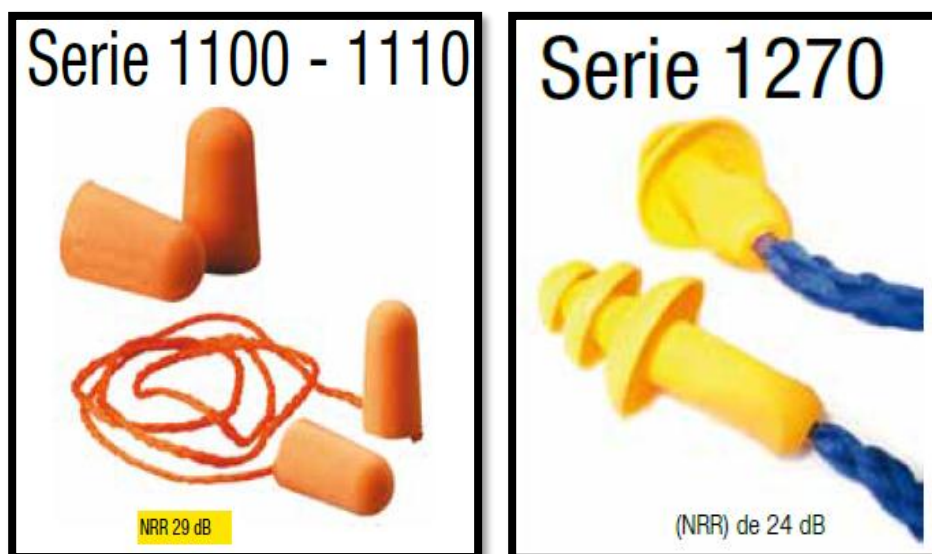
- Acorde a los resultados finales de nuestro principal objetivo de estudio (evaluación de ruido en el área de metal mecánica) se determina que los valores globales en el área están por encima de los 85dB que fija el decreto ejecutivo 2393 art 55 en una jornada de 8 horas, siendo importante incluir las acciones planteadas en el plan de acción como son la insonorización de prensas en el área, con miras a la próxima construcción de la nueva planta de Indurama y la capacitación al personal.
- Se observa que personal del área de Metalmecánica cuando labora en horarios a partir de las 17:00h a 6:00h utiliza en menor porcentaje los protectores auditivos debido a que no se encuentran presentes los responsables de seguridad integral y gestión ambiental ,los protectores auditivos dotados por el empleador, se recomienda que exista un responsable (supervisor) en el área de metal mecánica en el turno nocturno que exija y controle el uso de los protectores auditivos al personal de metal mecánica con un reporte semanal de novedades del área.
- Se observa que algunos colaboradores en el área de metalmecánica en especial técnicos montajistas, utilizan tapones auditivos, estos al estar contacto con grasas industriales, polvo,etc propios de la actividad puedan acarrear un foco infeccioso y posterior malestar al usuario, se recomienda migran mayoritariamente al uso de orejeras de protección auditiva.
- Se evidenciaron algunos casos en donde colaboradores hacen un mal uso de orejeras de protección auditiva con el uso de celular, debido a que colocan el teléfono celular entre la orejera y oído mientras realizan sus labores, esto se debe retroalimentar a colaboradores del área en la capacitación que se incluye en el plan de control de este estudio.
- Se propone que los espacios en donde se lleven reuniones diarias contengan paredes con aislamiento acústico de igual forma se propone el diseño y

características para construir cabinas en prensas y todas las máquinas que dispone el área de metalmecánica.

- Con los resultados finales de la evaluación se generó un mapa de ruido, el mismo se presenta en este estudio (figura 14) para que pueda ser colocado en la cartelera del área de metal mecánica y difundido en capacitación del personal para que se conozca el estado actual del área y con esto concientizar a toda la fábrica sobre los riesgos presentes y consecuencias de la sobreexposición al ruido.

5.2 Recomendaciones – Plan de Control:

1. Generar una capacitación por parte del departamento de Seguridad Integral y Gestión Ambiental para instruir el correcto uso y mantenimiento de protectores auditivos acorde a resultados obtenidos en el área de Metalmecánica.



Fuente: Catálogo virtual 3M – www.multimedia.3m.com/mws/media/8043070/peru-%20product-catalogue.pdf

Figura 15: Tipos de tapones auditivos usados en Indurama.

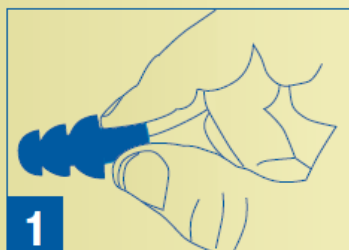
USOS Y CUIDADOS

INSTRUCCIONES DE COLOCACIÓN:



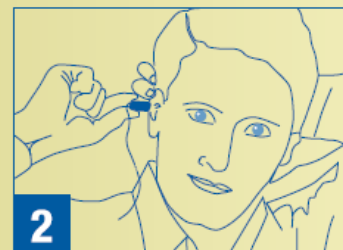
1

Limpie bien sus manos. Apriete el extremo redondo girándolo entre las yemas de sus dedos



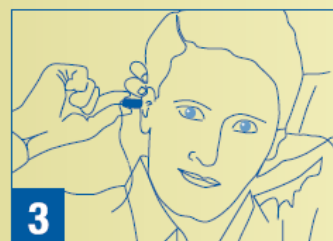
1

O sostenga el vástago si es tapón reutilizable



2

Pase el brazo opuesto por detrás de su cabeza y tire la oreja hacia arriba y afuera (alineando el canal auditivo) para insertar en el oído el extremo apretado. espere hasta que se expanda totalmente (30 segundos). en el caso de un tapón reutilizable inserte hasta que ingrese la aleta de mayor tamaño.



3

Para estirar, tuerza el tapón sobre sí mismo para liberar el vacío y retírelo con cuidado. No debe tirar bruscamente del tapón.

Cuidados y limpieza

Mantenga los tapones limpios y libres de materiales que puedan irritar el canal auditivo. Gracias a la superficie lisa y poco porosa son muy resistente a la suciedad o a la humedad. Nota: Los tapones auditivos de espuma no deben lavarse y no son reutilizables. Una vez que el usuario deje de utilizarlos, los mismos deberán ser desechados.



Fuente: Catálogo virtual 3M – www.multimedia.3m.com/mws/media/804307O/peru-%20product-catalogue.pdf

Figura 16: Instrucciones de operación y cuidados de tapones auditivos.



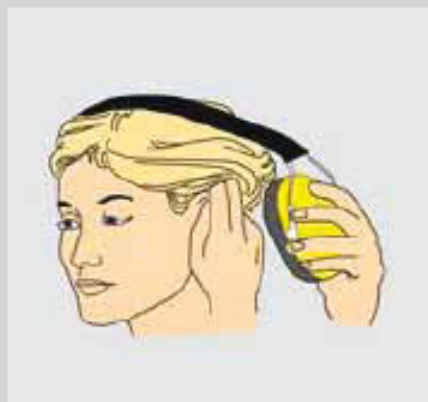
Fuente: Catálogo virtual 3M – www.multimedia.3m.com/mws/media/804307O/peru-%20product-catalogue.pdf

Figura 17: Tipos de orejeras para protección auditiva.

Modo de empleo

Protectores Auditivos de Copa - Orejeras

Estos protectores auditivos deben encerrar las orejas completamente formando un cierre hermético con la cabeza. Ajuste la copa de forma que las almohadillas ejerzan un presión uniforme alrededor de las orejas para así conseguir la mejor atenuación de ruido. Aparte el cabello para evitar que quede entre las almohadillas y la cabeza. No utilice gorros u otros complementos que puedan interferir el sellado.



Fuente: Catálogo virtual 3M – www.multimedia.3m.com/mws/media/8043070/peru-%20product-catalogue.pdf

Figura 18: Instructivo de uso de orejeras para protección auditiva.

Cuidados y limpieza

Las almohadillas pueden lavarse con agua tibia y jabón, debiéndose enjuagar bien. No utilice alcoholes o disolventes. Normalmente es necesario cambiar las almohadillas dos o más veces al año, siempre que se vuelvan rígidas, se agrieten o no sean capaces de formar un cierre hermético. Nunca modifique las orejeras de ninguna manera, y en especial no estire ni abuse del arnés ya que esto reducirá la protección ofrecida.



Fuente: Catálogo virtual 3M – www.multimedia.3m.com/mws/media/8043070/peru-%20product-catalogue.pdf

Figura 19: Instructivo para mantenimiento de orejeras para protección auditiva.

2.- Proponer la construcción de cabinas para insonorizar las prensas existentes en metalmecánica con proyección a la implementación en la nueva planta de Indurama.

Acorde a la investigación y mejoras propuestas en esta área se han revisado múltiples proyectos y tesis en plantas Industriales de similares características y giro de negocio en las cuales, un estudio (10 Julio 2015) de la Universidad Politécnica de Cataluña presenta los pasos a seguir para insonorizar una

prensa mecánica la cual crearemos un resumen el cual puede aplicarse al área de Metal Mecánica de Indurama.

6. Informe - Caso Estudio nave industrial del área metalmecánica donde existen alrededor de 20 prensas de mediano y gran tonelaje como también maquinas propias del entorno industrial como son des bobinadoras, cizallas, etc. Cuyo funcionamiento e impacto produce un nivel de exposición al ruido ponderado A (8h), de 91.6dBA – 97 dBA según los 8 puestos evaluados, producto del estudio realizado en el periodo enero 2019 – junio 2019.

Dentro del área existen la debida señalética donde se indica la necesidad de utilizar los EPT S para todas las personas que ingresen a esta área, esto bajo el control de supervisores y todo el personal de la fábrica.



Fuente: NTE ISO 439:1984 Colores, señales y símbolos de seguridad.

Figura 20: Señalética – uso de protector auditivo

Acorde al registro de audiometrías de colaboradores de esta área, más los valores obtenidos en el presente estudio, es justificativo para implementar cabinas de insonorización que recubra todos los equipos que ameriten, el diseño se enfoca a modo de protección acústica atenuando las ondas sonoras.

Conforme a la construcción de la nueva planta de Indurama (Javier Loyola – sector Pampa Vintimilla) es preciso implementar estas cabinas de insonorización por lo cual se adjuntan diseño acorde a montajes realizados en fábricas de similar giro de negocio



Fuente: Insonorización Prensas Industriales -

<http://www.alfredoruiz.com/05Trabajos/pren.html>

Figura 21: Ejemplo de estructura para cabina de insonorización de prensas.



Fuente: Insonorización Prensas Industriales -

<http://www.alfredoruiz.com/05Trabajos/pren.html>

Figura 22: Ejemplo de una cabina de insonorización en una prensa mecánica.

- 6.1 Elección de los paneles: Se da la iniciativa de escoger paneles sándwich, estos se caracterizan por tener dos chapas de acero con un relleno entre las dos.
- 6.2 El relleno que se recomienda utilizar es la lana de roca que es un material perteneciente a la familia de lanas minerales fabricado a partir de roca volcánica o el uso de caucho Eva (propiedades acústicas y atenuación de sonido) como recomienda el estudio realizado en la escuela Politécnica de Cataluña.
- 6.3 El panel interno dispondrá agujeros que serán los encargados de capturar las ondas vibratorias y minimizar su efecto.

- 6.4 Este sistema dispondrá de los elementos de mando y control de seguridad en todas las zonas de acceso, puede implementarse el uso de sistemas de elevación motorizada, La cabina puede disponer de elementos auxiliares tales como túneles en la zona de entrada de banda o en la salida de transferencia.
- 6.5 En cuanto a las especificaciones de seguridad dependerán de la manera en la cual se vaya a certificar la máquina
- 6.6 Dar un mantenimiento adecuado a los equipos acorde a su programa (Preventivo) acorde a la programación del área de Mantenimiento y cuando se presenten novedades en el normal funcionamiento de la máquina, para evitar que se incremente los niveles de ruido si no tienen un funcionamiento adecuado.

5. BIBLIOGRAFÍA:

NTE INEN ISO 9612 (2014) Primera Edición - Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería.

Constitución. (2008). Constitución Política del Ecuador. Ciudad Alfaro.

IESS, (2004), Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ecuador.

IESS, (2005). Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo Resolución 957.

LEY ORGÁNICA DE SALUD, (2006). Registro Oficial Suplemento 423. Capítulo V. Seguridad y Salud.

IESS, (2010). Decreto Ejecutivo 2393, Ecuador.

NTP 270. Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos

Universidad Politecnica de Cataluña. (Julio de 2015). *Insonorización de una prensa mecánica*.
obtenido de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/79288/MEMORIA.pdf>

Alfredo Ruiz. S.L – Talleres Metálicos Especialistas en cabinas de insonorización total para prensas y otros tipos de maquinaria. Obtenido de
<http://www.alfedoruiz.com/05Trabajos/pren.html>

Catalogo Protección Auditiva - Multimedia 3M . Obtenido de
<http://www.multimedia.3m.com/mws/media/8043070/peru-%20product-catalogue.pdf>

Freire Caiza Juan Pablo (2013) - Relación del ruido laboral y la pérdida auditiva en los trabajadores del campo Pacoa. Programa de Prevención de perdida de audición.
<http://repositorio.uq.edu.ec/handle/reduq/3834>

Faicán Rosa, Ochoa Klever (2017) - Evaluación de los niveles de exposición a ruido para prevención de enfermedades ocupacionales del personal de Laboratorios de Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6937>

Aleaga Del Salto, J. C., & Espín Guerrero, V. R. (2017). *El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas S.A.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Dirección de Posgrado. Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental.

<http://www.bibliotecasdeecuador.com/Record/oai:repositorio.uta.edu.ec:123456789-25953>

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2004).

Reglamento de Seguridad y Salud para la construcción y obras públicas (2008)

Jorge Sommerhoff. (2006). *Medición y análisis de la respuesta al ruido comunitario en la ciudad de Valdivia*. Obtenido de

http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/04_JSommerhoff_2006.pdf

ANEXOS.

	Hora	dB	Nivel presión sonora	Velocidad	dB	Amplitud
Actividad 2019 01 30	14:54:59	91,2	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:00	89,8	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:01	90,2	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:02	88,8	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:03	88,1	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:04	87,9	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:05	88,1	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:06	88,1	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:07	88,8	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:08	89,5	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:09	90,6	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:10	91	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:11	90	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:12	89,8	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:13	90,6	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:14	90,8	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:15	90,4	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:16	90	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:17	89,6	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:18	89,6	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:19	89,8	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:20	90,2	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:21	92,4	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:22	91	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:23	89,6	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:24	93	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:25	90,4	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:27	88,7	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:28	90,2	SPL	Slow	A	Middle
	14:55:29	89,6	SPL	Slow	A	Middle
14:55:30	93	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:31	89,4	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:32	89,3	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:33	89,3	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:34	89,5	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:35	89	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:36	89,8	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:37	89,8	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:38	89,9	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:39	92,8	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:40	94,5	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:41	90,4	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:42	91,1	SPL	Slow	A	Middle	
14:55:43	90,2	SPL	Slow	A	Middle	

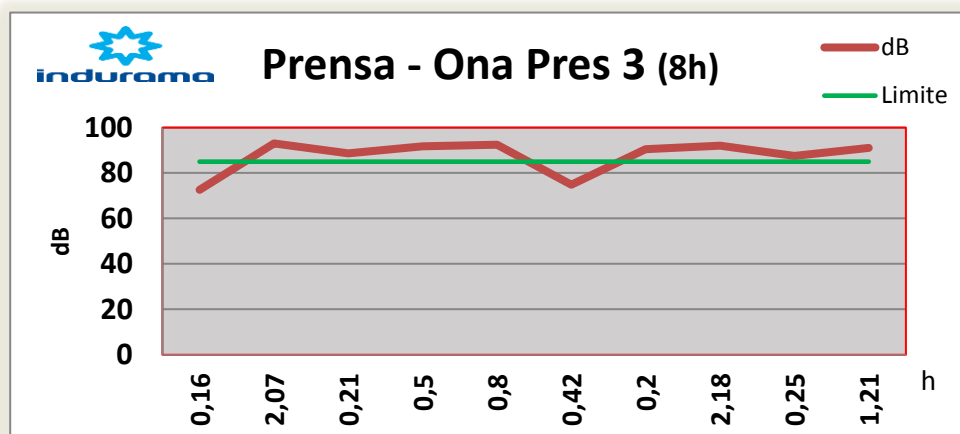
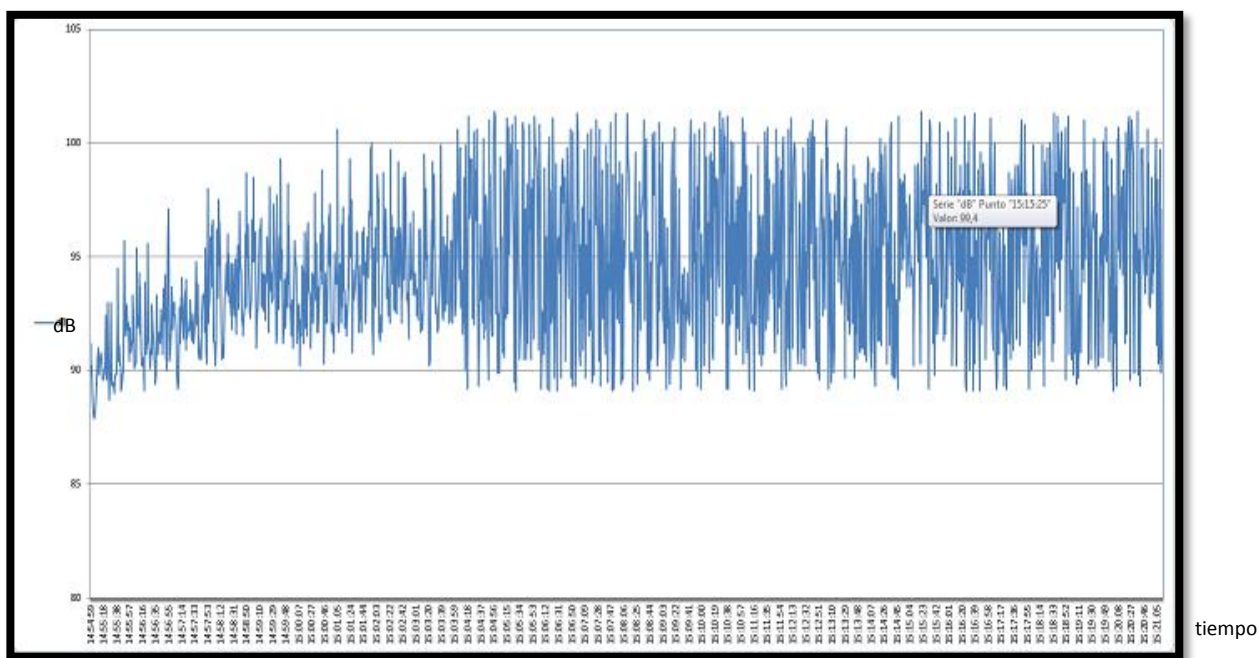




Figura 23: Adquisición datos ruido – Prensa Ona Pres 3.



	Hora	dB	Nivel presión sonora	Velocidad	dB	Amplitud
Actividad 2019 02 18	18/02/2019 12:51	87	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	86,9	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	88,1	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	88	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	87,9	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	87,7	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	87,2	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	87,2	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	86,7	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	86,6	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	87	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	86,9	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	88,4	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	88,5	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	89,6	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	89,1	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	88,4	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	88,5	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90,2	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	91,3	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90,5	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90,5	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90,2	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	93,2	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	93,2	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	92,9	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	92	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	91,5	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90,8	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90,3	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90	SPL	Slow	A	Middle
	18/02/2019 12:52	90	SPL	Slow	A	Middle
18/02/2019 12:52	90,3	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	91	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	92	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	91,9	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	91,3	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	90,6	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	89,9	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	89,8	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	90,1	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	91,2	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	92,3	SPL	Slow	A	Middle	
18/02/2019 12:52	92,4	SPL	Slow	A	Middle	

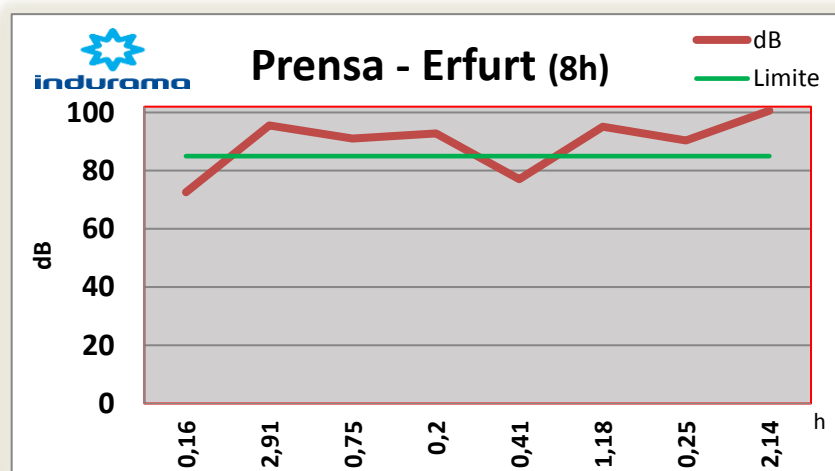
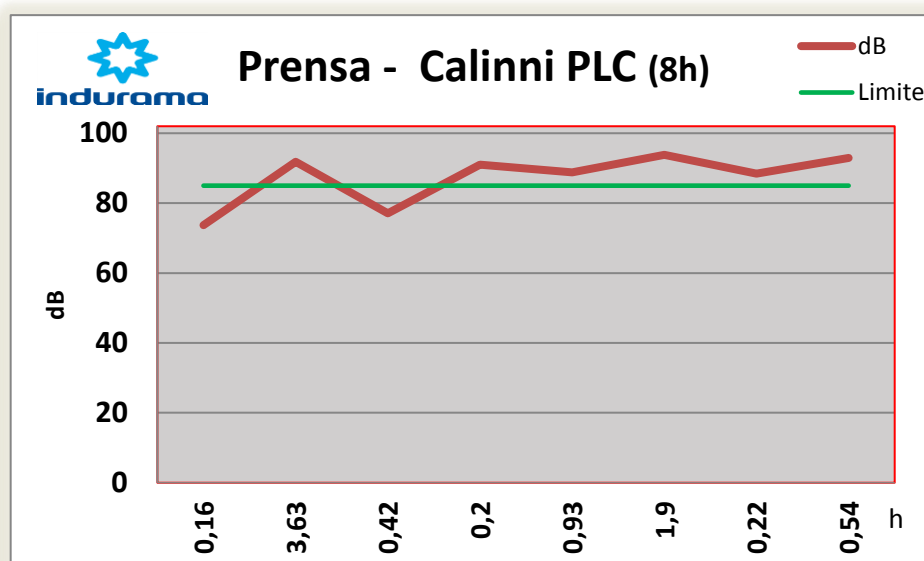
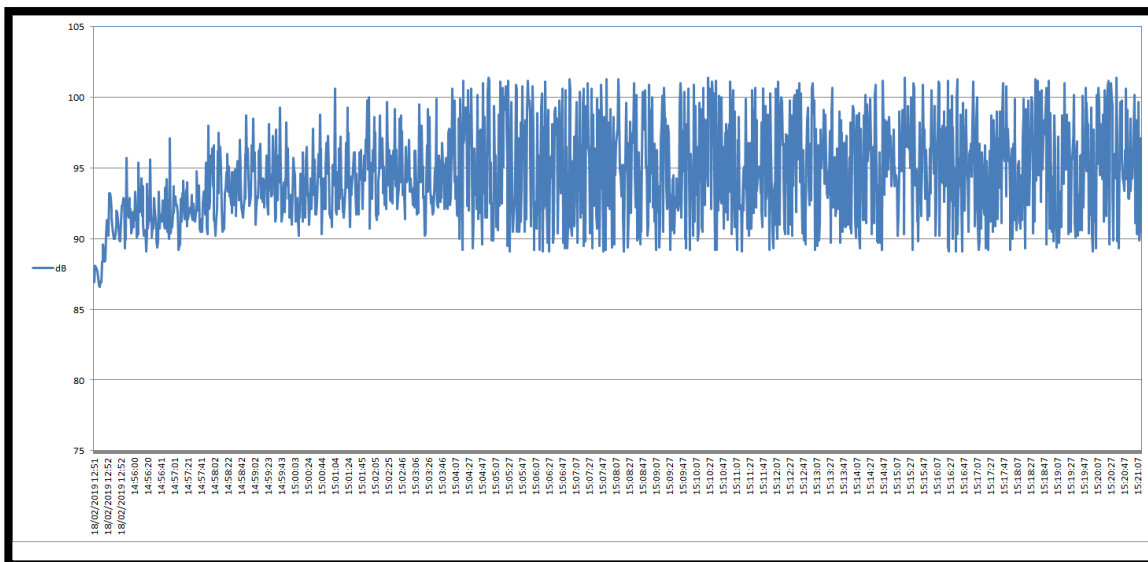




Figura 24: Adquisición datos ruido – Prensa Erfurt.



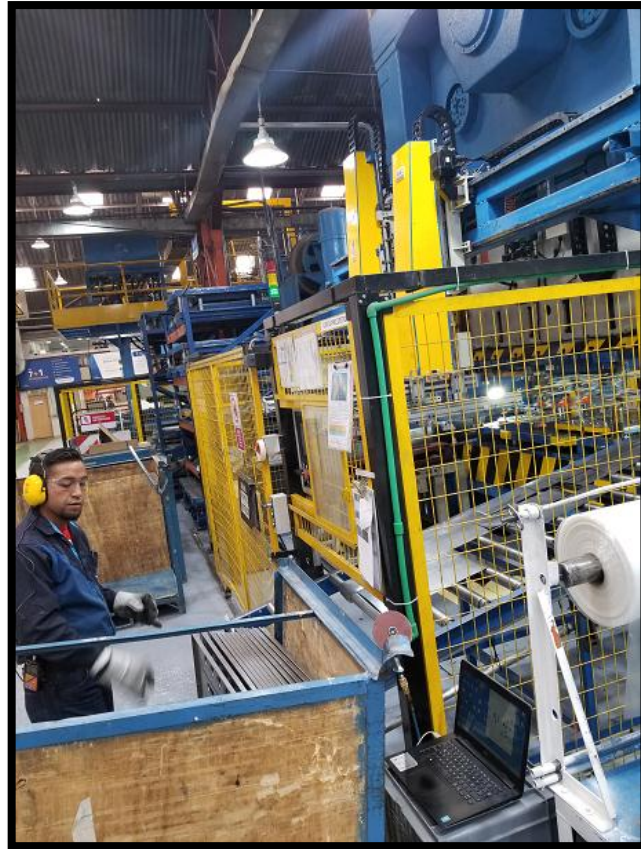


Figura 25: Adquisición datos ruido – Prensa Calinni PLC.

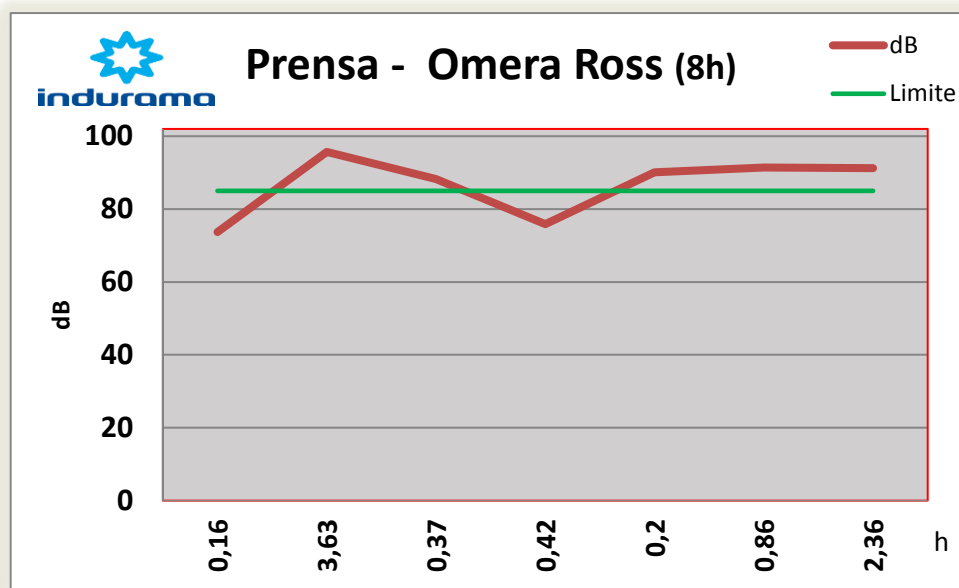


Figura 26: Adquisición datos ruido – Prensa Omera Ross.

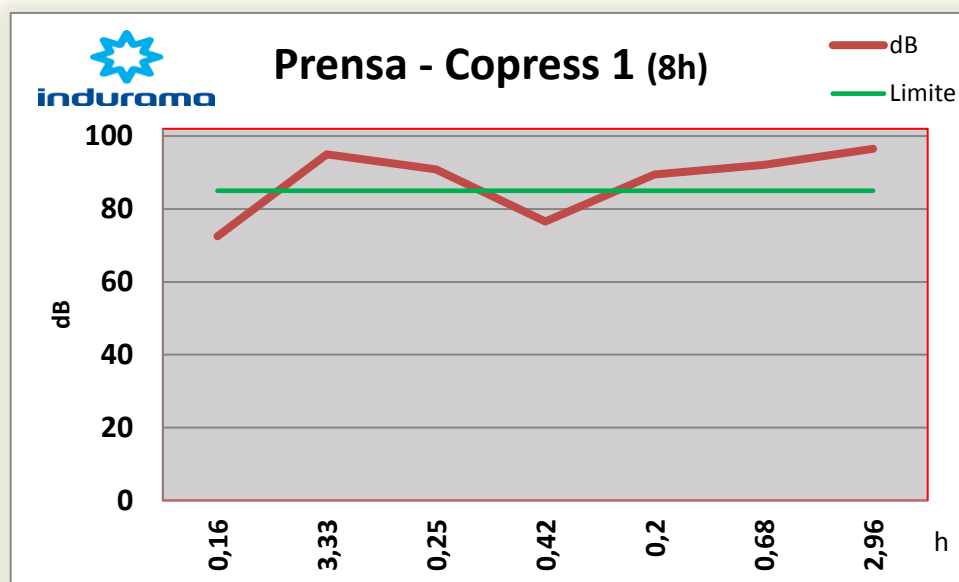


Figura 27: Adquisición datos ruido – Prensa Copress 1.

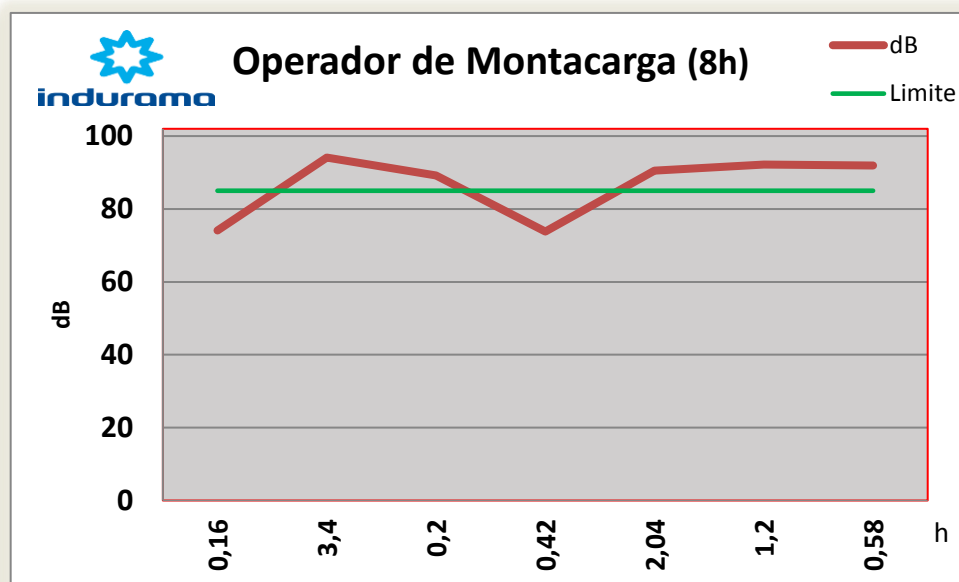


Figura 28: Adquisición datos ruido – Operador de Montacarga.

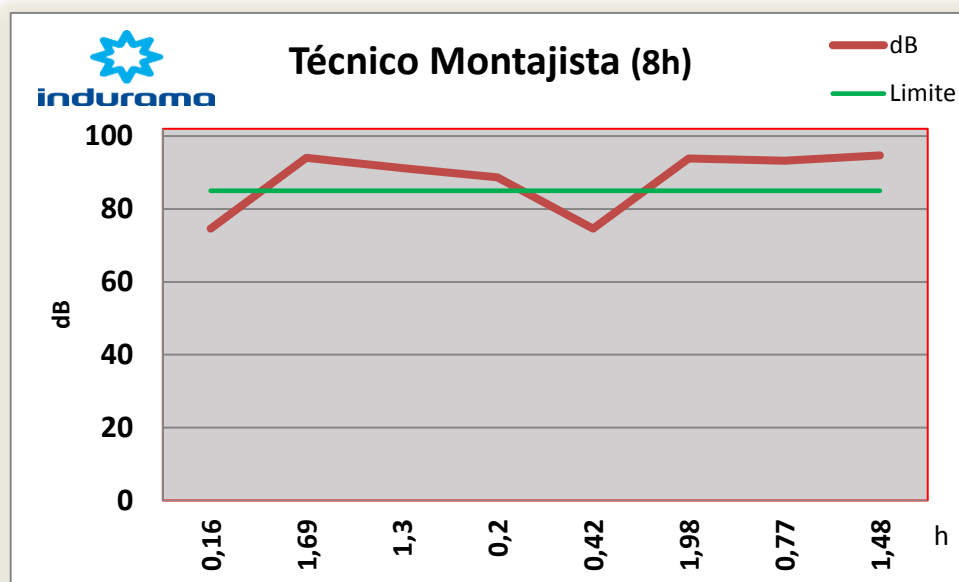


Figura 29: Adquisición datos ruido – Técnico Montajista.

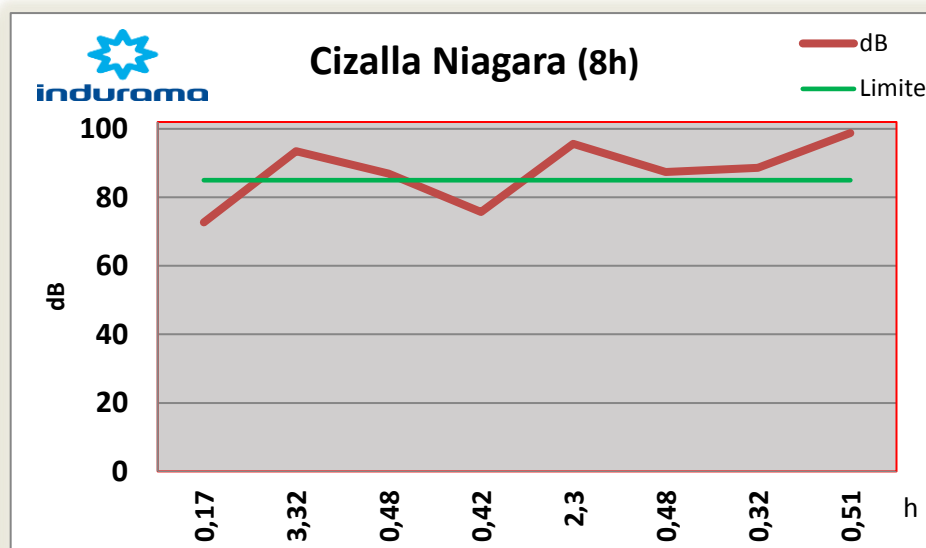




Figura 30: Adquisición datos ruido – Cizalla Niagara.

ISO 9612		Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C)						Prensa Erfurt							
Método de medición basado en la tarea															
Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul															
Para cada actividad:		Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido $L_{p,A,EQT}$ y el nombre de la actividad													
Para cada actividad:		Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min													
Solo para las actividades m:		Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)													
 	Nombre de la actividad	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7							
	Operación Prensa	Almuerzo	Ord Sestas/CamMatriz	Para máquina	Reunión	Inicio Turno									
	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)					
	1	95,6	6,23	77,1	0,41	91	0,75	90,4	0,25	92,85	0,2	72,6	0,16		
	2	95,09													
	3	100,61													
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
9															
10															
Incertidumbre instrumentos		u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Número de niveles medidos		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
$L_{p,A,EQT,m}$: Nivel medio (dBA)		97,9	77,1	91,0	90,4	92,9	72,6								
Incertidumbre estándar (dB)		1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Diferencia máximo-mínimo (dB)		5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Número de estimaciones de duración		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
T_m : duración de la actividad (h)		6,2	0,4	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	
Incertidumbre estándar u_{2s} (dB)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

ISO 9612		Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C)						Prensa Erfurt	
Método de medición basado en actividades - Resultados									
Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"									
NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO		97,0		dBA		Número total de actividades		6	
INCERTIDUMBRE (TOTAL)		4,0		dB		Duración total de la jornada (h)		8,0	
Resultado		Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)		$L_{p,A,EQT,m}$	97,9	77,1	91,0	90,4	92,9	72,6	
Duración de la actividad m (h)		T_m	6,2	0,4	0,8	0,3	0,2	0,2	
$L_{EX,m}$ de cada actividad		$L_{EX,m}$	96,8	64,2	80,7	75,3	76,8	55,6	FALSO
Incertidumbre		Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro	Incertidumbre estándar	(C.4) $u_{1a,m}$	1,76	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad	(C.4) $c_{1a,m}$	0,06	0,00	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
Duración	Incertidumbre estándar	(C.7) $u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad	(C.5) $c_{1b,m}$	0,67	0,01	0,14	0,1	0,2	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)		$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	1,09	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición		$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida		$c_{1a,m} * u_{2,m}$	1,44	0,00	0,04	0,0	0,0	0,0	
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones		$c_{1a,m} * u_3$	0,96	0,00	0,02	0,0	0,0	0,0	
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	2,85	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Instrumentos de medida	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	2,07	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Posición de las mediciones	$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,92	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Suma para la actividad m	$u^2(L_{EX,3h,m})$	5,84	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
Suma de todas las actividades		(C.3) $u^2(L_{EX,3h})$	5,84						dB
Incertidumbre compuesta		$u(L_{EX,3h})$	2,4						dB
		(C.2) $L_{EX,3h}$	97,0						dBA
		$U(L_{EX,3h}) = 1,65 * u(L_{EX,3h})$	4,0						dB

ISO 9612 **Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C)** **Prensa Calinin**

Método de medición basado en la tarea

Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul

Para cada actividad: Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido $L_{p,A}$, A, EQT y el nombre de la actividad

Para cada actividad: Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min

Solo para las actividades m: Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)

Nombre de la actividad	Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
	Operación Prensa	Almuerzo	Ord Sostas/CamMatriz	Para máquina	Reunión	Inicio Turno	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)
Número de orden de la muestra	91,8	6,07	77,1	0,42	88,8	0,93	88,4	0,22	91	0,2	73,7	0,16		
1														
2	93,82													
3	92,97													
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Incertidumbre instrumentos	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Número de niveles medidos	3	1	1	1	1	1	0
L_{p,A,eq,T_m} : Nivel medio (dBA)	92,9	77,1	88,8	88,4	91,0	73,7	
Incertidumbre estándar (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Diferencia máximo-mínimo (dB)	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Número de estimaciones de duración	1	1	1	1	1	1	0
T_m : duración de la actividad (h)	6,1	0,4	0,9	0,2	0,2	0,2	
Incertidumbre estándar u_{T_m} (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

ISO 9612 **Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C)** **Prensa Calinin**

Método de medición basado en actividades - Resultados

Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"

NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO: **92,1** dBA

INCERTIDUMBRE (TOTAL): **2,9** dB

Número total de actividades: **6**

Duración total de la jornada (h): **8,0**

Resultado	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)	L_{p,A,eq,T_m}	92,9	77,1	88,8	88,4	91,0	73,7
Duración de la actividad m (h)	T_m	6,1	0,4	0,9	0,2	0,2	0,2
$L_{EX,m}$ de cada actividad	$L_{EX,m}$	91,7	64,3	79,5	72,8	75,0	56,7

Incertidumbre	Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro	Incertidumbre estándar (C.4)	$u_{1a,m}$	0,59	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad (C.4)	$c_{1a,m}$	0,91	0,00	0,05	0,0	0,0	0,0
Duración	Incertidumbre estándar (C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad (C.5)	$c_{1b,m}$	0,65	0,02	0,25	0,2	0,4	0,0
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)		$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,53	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición		$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida		$c_{1a,m} * u_{2,m}$	1,37	0,00	0,08	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones		$c_{1a,m} * u_{3,m}$	0,91	0,00	0,05	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,29	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Instrumentos de medida	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	1,88	0,00	0,01	0,0	0,0	0,0
	Posición de las mediciones	$(c_{1a,m} * u_{3,m})^2$	0,83	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Suma para la actividad m		$u^2(L_{EX,m})_m$	3,00	0,00	0,01	0,0	0,0	0,0

Suma de todas las actividades (C.3)	$u^2(L_{EX,th}) =$	3,01	dB
Incertidumbre compuesta	$u(L_{EX,th}) =$	1,7	dB
	(C.2) $L_{EX,th} =$	92,1	dB
	$U(L_{EX,th}) = 1,65 * u(L_{EX,th}) =$	2,9	dB

ISO 9612 Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C) **Prensa Omera Ross**

Método de medición basado en la tarea

Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul

Para cada actividad: Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido $L_{p,A,EQT}$ y el nombre de la actividad

Para cada actividad: Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min

Solo para las actividades m: Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)

Nombre de la actividad	Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
	Operación Prensa		Almuerzo		Ord Sostas/CamMatriz		Para máquina		Reunión		Inicio Turno		Operación Prensa	
Número de orden de la muestra	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)
1	95,69	3,63	75,9	0,42	91,4	0,86	88,24	0,37	90,1	0,2	73,7	0,16	91,24	2,36
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Incertidumbre instrumentos	u2		u2		u2		u2		u2		u2		u2	
	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	

Número de niveles medidos	1	1	1	1	1	1	1
$L_{p,A,EQT,m}$: Nivel medio (dBA)	95,7	75,9	91,4	88,2	90,1	73,7	91,2
Incertidumbre estándar (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diferencia máximo-mínimo (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Número de estimaciones de duración	1	1	1	1	1	1	1
T_m : duración de la actividad (h)	3,6	0,4	0,9	0,4	0,2	0,2	2,4
Incertidumbre estándar u_{2s} (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

ISO 9612 Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C) **Prensa Omera Ross**

Método de medición basado en actividades - Resultados

Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"

NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO: **93,6** dBA

INCERTIDUMBRE (TOTAL): **2,3** dB

Número total de actividades: **7**

Duración total de la jornada (h): **8,0**

Resultado		Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)	$L_{p,A,EQT,m}$	95,7	75,9	91,4	88,2	90,1	73,7	91,2
Duración de la actividad m (h)	T_m	3,6	0,4	0,9	0,4	0,2	0,2	2,4
$L_{EX,m}$ de cada actividad	$L_{EX,h,m}$	92,3	63,1	81,7	74,9	74,1	56,7	85,9

Incertidumbre		Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro	Incertidumbre estándar (C.6)	$u_{1a,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coficiente de sensibilidad (C.4)	$c_{1a,m}$	0,74	0,00	0,07	0,0	0,0	0,0	0,2
Duración	Incertidumbre estándar (C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coficiente de sensibilidad (C.5)	$c_{1b,m}$	0,88	0,01	0,33	0,2	0,2	0,0	0,3
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)			$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición			$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida			$c_{1a,m} * u_{2,m}$	1,11	0,00	0,10	0,0	0,0	0,3
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones			$c_{1a,m} * u_3$	0,74	0,00	0,07	0,0	0,0	0,2
$u_{EX,m}$	Nivel Sonoro	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Instrumentos de medida	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	1,22	0,00	0,01	0,0	0,0	0,1	
	Posición de las mediciones	$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,54	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
	Suma para la actividad m	$u^2(L_{EX,h,m})$	1,77	0,00	0,01	0,0	0,0	0,1	

Suma de todas las actividades (C.3)	$u^2(L_{EX,h}) =$	1,88	dB
Incertidumbre compuesta (C.2)	$u(L_{EX,h}) =$	1,4	dB
$U(L_{EX,h}) = 1,65 * u(L_{EX,h}) =$	$L_{EX,h} =$	93,6	dBA
		2,3	dB

ISO 9612 **Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C)** **Prensa Copress 1**
Método de medición basado en la tarea

Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul

Para cada actividad: Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido $L_{p,A,EQT}$ y el nombre de la actividad
 Para cada actividad: Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min
 Solo para las actividades m: Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)

Nombre de la actividad	Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
	Operación Prensa		Almuerzo		CamMatriz		Para máquina		Reunión		Inicio Turno			
Número de orden de la muestra	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)
1	95	6,29	76,6	0,42	92,1	0,68	90,9	0,25	89,5	0,2	72,5	0,16		
2	96,5													
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Incertidumbre instrumentos	u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		u_2	
	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	

Número de niveles medidos	2	1	1	1	1	1	0
$L_{p,A,EQT,m}$: Nivel medio (dBA)	95,8	76,6	92,1	90,9	89,5	72,5	
Incertidumbre estándar (dB)	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Diferencia máximo-mínimo (dB)	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Número de estimaciones de duración	1	1	1	1	1	1	0
T_m : duración de la actividad (h)	6,3	0,4	0,7	0,3	0,2	0,2	
Incertidumbre estándar u_m (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

ISO 9612 **Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C)** **Prensa Copress 1**
Método de medición basado en actividades - Resultados

Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"

NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO **95,1** dBA Número total de actividades **6**
 INCERTIDUMBRE (TOTAL) **3,0** dB Duración total de la jornada (h) **8,0**

Resultado		Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)	$L_{p,A,EQT,m}$	95,8	76,6	92,1	90,9	89,5	72,5	
Duración de la actividad m (h)	T_m	6,3	0,4	0,7	0,3	0,2	0,2	
$L_{EX,8h}$ de cada actividad	$L_{EX(i),m}$	94,8	63,8	81,4	75,8	73,5	55,5	FALSO

Incertidumbre		Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro	Incertidumbre estándar	(C.4)	$u_{1a,m}$	0,75	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad	(C.4)	$c_{1a,m}$	0,94	0,00	0,04	0,0	0,0	0,0
Duración	Incertidumbre estándar	(C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad	(C.8)	$c_{1b,m}$	0,65	0,01	0,27	0,2	0,2	0,0
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)			$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,70	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición			$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida			$c_{1a,m} * u_{2,m}$	1,41	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones			$c_{1a,m} * u_3$	0,94	0,00	0,04	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro		$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,49	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Duración		$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Instrumentos de medida		$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	1,98	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Posición de las mediciones		$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,88	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Suma para la actividad m		$u^2(L_{EX,8h,m})$	3,35	0,00	0,01	0,0	0,0	0,0

Suma de todas las actividades	(C.3)	$u^2(L_{EX,8h}) =$	3,35	dB
Incertidumbre compuesta	(C.2)	$u(L_{EX,8h}) =$	1,8	dB
		$L_{EX,8h} =$	95,1	dBA
		$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$	3,0	dB

ISO 9612 Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C) Operador de Montacarga
Método de medición basado en la tarea

Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul

Para cada actividad: Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido L_{p,A,eqT_m} , A, EQT y el nombre de la actividad
Para cada actividad: Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min
Solo para las actividades m: Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)

Nombre de la actividad	Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)
1	94,1	3,4	73,8	0,42	90,49	2,04	92,2	1,2	89,2	0,2	74,1	0,16	91,95	0,58
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Incertidumbre instrumentos	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Número de niveles medidos	1	1	1	1	1	1	1
L_{p,A,eqT_m} : Nivel medio (dBA)	94,1	73,8	90,5	92,2	89,2	74,1	92,0
Incertidumbre estándar (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diferencia máximo-mínimo (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Número de estimaciones de duración	1	1	1	1	1	1	1
T_m : duración de la actividad (h)	3,4	0,4	2,0	1,2	0,2	0,2	0,6
Incertidumbre estándar u_{2s} (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

ISO 9612 Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C) Operador de Montacarga
Método de medición basado en actividades - Resultados

Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"

NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO **92,5** dBA
INCERTIDUMBRE (TOTAL) **2,0** dB

Número total de actividades **7**
Duración total de la jornada (h) **8,0**

Resultado	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)	L_{p,A,eqT_m} 94,1	73,8	90,5	92,2	89,2	74,1	92,0
Duración de la actividad m (h)	T_m 3,4	0,4	2,0	1,2	0,2	0,2	0,6
$L_{EX,m}$ de cada actividad	$L_{EX,m}$ 90,4	61,0	84,6	84,0	73,2	57,1	80,6

Incertidumbre	Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro	Incertidumbre estándar (C.6)	$u_{1a,m}$ 0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad (C.4)	$c_{1a,m}$ 0,62	0,00	0,16	0,1	0,0	0,0	0,1
Duración	Incertidumbre estándar (C.7)	$u_{1b,m}$ 0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coefficiente de sensibilidad (C.8)	$c_{1b,m}$ 0,79	0,01	0,34	0,5	0,3	0,0	0,5
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestras)		$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición		$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida		$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,93	0,00	0,24	0,2	0,0	0,1
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones		$c_{1a,m} * u_3$	0,62	0,00	0,16	0,1	0,0	0,1
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
	Instrumentos de medida	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,86	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0
	Posición de las mediciones	$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,38	0,00	0,03	0,0	0,0	0,0
	Suma para la actividad m	$u^2_{EX,m}$	1,25	0,00	0,09	0,1	0,0	0,0

Suma de todas las actividades (C.3)	$u^2(L_{EX,8h}) =$	1,41	dB
Incertidumbre compuesta	$u(L_{EX,8h}) =$	1,2	dB
(C.2)	$L_{EX,8h} =$	92,5	dB
	$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$	2,0	dB

ISO 9612 Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C) **Técnico Montajista**
Método de medición basado en la tarea

Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul

Para cada actividad: Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido L_{p,A,eq,T_m} , A, EQT y el nombre de la actividad
 Para cada actividad: Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min
 Solo para las actividades m: Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)

Nombre de la actividad	Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)
1	94	3,17	74,6	0,42	91,2	4,05	88,7	0,2	74,6	0,16				
2	94,7				93,86									
3					93,21									
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Incertidumbre instrumentos	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2	u_2
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Número de niveles medidos	2	1	3	1	1	0	0
L_{p,A,eq,T_m} : Nivel medio (dBA)	94,4	74,6	92,9	88,7	74,6		
Incertidumbre estándar (dB)	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0		
Diferencia máximo-mínimo (dB)	0,7	0,0	2,7	0,0	0,0		

Número de estimaciones de duración	1	1	1	1	1	0	0
T_m : duración de la actividad (h)	3,2	0,4	4,1	0,2	0,2		
Incertidumbre estándar u_{2s} (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

ISO 9612 Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C) **Técnico Montajista**
Método de medición basado en actividades - Resultados

Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"



NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO **93,2** dBA
INCERTIDUMBRE (TOTAL) **2,2** dB

Número total de actividades **5**
 Duración total de la jornada (h) **8,0**

Resultado	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)	L_{p,A,eq,T_m}	94,4	74,6	92,9	88,7	74,6	
Duración de la actividad m (h)	T_m	3,2	0,4	4,1	0,2	0,2	
$L_{EX,8h}$ de cada actividad	$L_{EX,8h,m}$	90,3	61,8	80,0	72,7	57,6	FALSO FALSO

Incertidumbre	Símbolo	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7
Nivel Sonoro								
Incertidumbre estándar	$c_{1a,m}$	0,35	0,00	0,80	0,0	0,0		
Coefficiente de sensibilidad	$c_{1a,m}$	0,52	0,00	0,47	0,0	0,0		
Duración								
Incertidumbre estándar	$c_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Coefficiente de sensibilidad	$c_{1b,m}$	0,71	0,01	0,51	0,2	0,0		
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)	$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,18	0,00	0,38	0,0	0,0		
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición	$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0		
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida	$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,78	0,00	0,71	0,0	0,0		
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones	$c_{1a,m} * u_3$	0,52	0,00	0,47	0,0	0,0		
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,03	0,00	0,14	0,0	0,0	
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	
	Instrumentos de medida	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,60	0,00	0,50	0,0	0,0	
	Posición de las mediciones	$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,27	0,00	0,22	0,0	0,0	
	Suma para la actividad m	$u^2(L_{EX,8h,m})$	0,91	0,00	0,87	0,0	0,0	

Suma de todas las actividades	(C.3)	$u^2(L_{EX,8h}) =$	1,77	dB
Incertidumbre compuesta	(C.2)	$u(L_{EX,8h}) =$	1,3	dB
		$L_{EX,8h} =$	93,2	dBA
		$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$	2,2	dB

ISO 9612		Cálculo de la incertidumbre de la medición (Apéndice C)						Cizalla Niagara							
		Método de medición basado en la tarea													
Para introducir los datos: Utilice únicamente las celdas de color azul															
Para cada actividad:	Introduzca los valores de medición de los niveles de ruido $L_{p,A,EQT}$ y el nombre de la actividad														
Para cada actividad:	Introduzca estimaciones para la duración de la actividad, en horas (en formato decimal) Ejemplo 3,5 h = 3 h 30 min														
Solo para las actividades m:	Inserte la incertidumbre sobre los instrumentos de medición (véase el apéndice C, Tabla C.5)														
 	Nombre de la actividad	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7							
		Operación Prensa	Sol Material	Almuerzo	Para máquina	Reunión	Inicio Turno	Operación Prensa							
	Número de orden de la muestra	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)	Nivel sonoro (dBA)	Duración de la actividad (h)				
	1	93,46	5,42	86,9	0,96	75,7	0,42	88,6	0,32	90,31	0,2	72,7	0,16	98,77	0,51
	2	95,58		87,4											
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
9															
10															
Incertidumbre instrumentos	u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		
	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		
Número de niveles medidos	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$L_{p,A,EQT,m}$: Nivel medio (dBA)	94,6	87,2	75,7	88,6	90,3	72,7	98,8								
Incertidumbre estándar (dB)	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
Diferencia máximo-mínimo (dB)	2,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
Número de estimaciones de duración	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
T_m : duración de la actividad (h)	5,4	1,0	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5							
Incertidumbre estándar u_{2s} (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							

ISO 9612		Cálculo de la incertidumbre de medición (Apéndice C)						Cizalla Niagara											
		Método de medición basado en actividades - Resultados																	
NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO		94,1		dBA		Número total de actividades		7											
INCERTIDUMBRE (TOTAL)		2,7		dB		Duración total de la jornada (h)		8,0											
Resultado																			
Nivel sonoro medio de la actividad m (dB)		$L_{p,A,EQT,m}$		94,6		87,2		75,7		88,6		90,3		72,7		98,8			
Duración de la actividad m (h)		T_m		5,4		1,0		0,4		0,3		0,2		0,2		0,5			
$L_{EX,m}$ de cada actividad		$L_{EX,m}$		93,0		78,0		62,9		74,6		74,3		55,7		86,8			
Incertidumbre				Símbolo		Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3		Actividad 4		Actividad 5		Actividad 6		Actividad 7	
Nivel Sonoro	Incertidumbre estándar	[C.4]		$u_{1a,m}$		1,06		0,25		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Coefficiente de sensibilidad	[C.4]		$c_{1a,m}$		0,77		0,02		0,00		0,0		0,0		0,0		0,2	
Duración	Incertidumbre estándar	[C.7]		$u_{1b,m}$		0,00		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Coefficiente de sensibilidad	[C.8]		$c_{1b,m}$		0,61		0,11		0,01		0,2		0,2		0,0		1,6	
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido (incertidumbre de muestreo)				$c_{1a,m} \cdot u_{1a,m}$		0,81		0,01		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
Contribución a la incertidumbre del tiempo de exposición				$c_{1b,m} \cdot u_{1b,m}$		0,00		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medida				$c_{1a,m} \cdot u_{2,m}$		1,15		0,04		0,00		0,0		0,0		0,0		0,3	
Contribución a la incertidumbre de la posición de las mediciones				$c_{1a,m} \cdot u_3$		0,77		0,02		0,00		0,0		0,0		0,0		0,2	
Contribución a la incertidumbre	Nivel Sonoro			$(c_{1a,m} \cdot u_{1a,m})^2$		0,66		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Duración			$(c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2$		0,00		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Instrumentos de medida			$(c_{1a,m} \cdot u_{2,m})^2$		1,32		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,1	
	Posición de las mediciones			$(c_{1a,m} \cdot u_3)^2$		0,59		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Suma para la actividad m			$u^2(L_{EX,m})$		2,57		0,00		0,00		0,0		0,0		0,0		0,1	
Suma de todas las actividades		[C.3]		$u^2(L_{EX,h}) =$		2,69		dB											
Incertidumbre compuesta				$u(L_{EX,h}) =$		1,6		dB											
		[C.2]		$L_{EX,h} =$		94,1		dBA											
				$U(L_{EX,h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,h}) =$		2,7		dB											

Figura 31: Hojas electrónicas cálculos nivel de ruido – Puestos Evaluados

En cada puesto de trabajo se realizaron mediciones que posteriormente se ingresan a dos hojas de electrónicas de cálculo en la cuales se realiza las siguientes operaciones:

Hoja Cálculo # 1: Se introduce los valores de medición de los niveles de ruido $L_{p,A,eqT,m}$, el nombre de las actividades, duración de las mismas y la incertidumbre de los instrumentos utilizados para la medición que es nuestro estudio aplica el valor de 1,5dB que corresponde a un instrumento de medición dosímetro sonoro personal como se especifica en la IEC 61252. Los valores que entrega esta hoja de cálculo es $LEX,8h$ (dBA), como se explica en la fórmula del punto 3.2.6.2 (Determinación del nivel de exposición al ruido diario). del total de las actividades realizadas en la jornada de trabajo (8h), el número de actividades y la sumatoria de tiempos de las actividades.

Hoja Cálculo # 2: Se presenta los valores de $LEX,8h$ de cada actividad con su respectiva duración, se calcula la incertidumbre de cada actividad y se calcula el valor total de la exposición diaria al ruido con su valor final de incertidumbre compuesta para presentar los resultados en cada puesto de trabajo.

ISO 9612

Cálculo de la incertidumbre de medición (Appendice C)


Método de medición basado en tarea - Resultados

NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL RUIDO
INCERTIDUMBRE (TOTAL)

91.6	dBA
2.7	dB

Todos los valores se calculan a partir de los datos en la hoja de cálculo "Tareas/Datos"

Número total de actividades	7
Duración total de la jornada (h)	8.0


CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN INTERMEDIA

INSTRUMENTO BAJO PRUEBA

Descripción: Dosímetro de Ruido
 Marca: TENMARS
 Modelo/Serie: ST-130
 Código: EC-2016-1857
 Magnitud: Sonido
 Resolución IBP: 1
 EMP: 1

CONDICIONES AMBIENTALES		FECHA DE VERIFICACIÓN	
Lugar de Verificación:	Lab. Metrología	Inicio de Verificación:	13/02/2019
Temperatura Ambiente Promedio:	25,2°C	Final de Verificación:	13/02/2019
Humedad Relativa Promedio	47,3%		

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA VERIFICACIÓN

* Los resultados de este certificado de verificación son válidos únicamente para el instrumento indicado y bajo las condiciones de referencia declaradas.

* Las mediciones realizadas por nuestro laboratorio se basan en patrones de referencia con trazabilidad al laboratorio nacional o acreditados con la Norma ISO-IEC 17025:2006.

* El laboratorio de Metrología de Indurama utiliza procedimientos desarrollados internamente.

* Este certificado de verificación no debe ser copiado parcialmente ni en su totalidad sin las firmas del personal responsable.

* La trazabilidad del laboratorio de Metrología de Indurama esta disponible si el cliente lo requiere.


INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	RESOLUCIÓN
Calibrador Acústico	SIMPSON	890-2	****	PAT-DEC-01	dB	1

INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO

Ítem	Patrón (P)	Patrón (P) Corregido	Medición
	dB	dB	dB
1	114	115	111,5
2	94	94	91,3

METODO UTILIZADO: Por comparación directa
OBSERVACIÓN: El equipo necesita corrección: Sumar 2.5 a la lectura.

Verificado: 
Diana Cango
Asistente de Metrología

Dirección: Av de las Américas y Av. Don Bosco Telf: 07-2882900 ext: 9233
E-mail: metrologia@indurama.com

Figura 32: Certificado de Calibración / Verificación Intermedia