



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Evaluación de riesgos por exposición a ruido laboral,
establecimiento de las medidas de control preventivo y de las de
protección, en una planta productora de balanceado para
camarón, ubicada en la ciudad de Milagro”.**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO**

Presentada por:

Kleber Fernando Macías Castillo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2022

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de proyecto, el Ing. José Luis Saa, mi vocal de proyecto Dolores Astudillo, Msc mi familia que siempre ha estado presente en cada logro de mi vida.

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis hijos Sheccid, Jeremy y Scarlett, quienes son el motor de mi vida, también a mi esposa Sthefy, quien ha sido un soporte constante dentro de la ejecución de este proyecto y de mi vida en general.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Ángel Ramírez M., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE**

**José Saa L., MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**Dolores Astudillo B., MSc.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Kleber Fernando Macías Castillo

RESUMEN

Las actividades desarrolladas en las empresas que se dedican a la elaboración de balanceado para camarón generan distintos factores de riesgos a los que están expuestos los trabajadores.

El presente proyecto consistió en la identificación peligros y evaluación de riesgos por exposición a ruido laboral de una planta productora de balanceado para camarón de la ciudad de Milagro y el establecimiento de controles, que generan un mejor desarrollo dentro de las actividades del proceso productivo.

La empresa objeto de estudio es una planta que produce balanceado a través de los procesos de peletizado y extrusión. Dicha planta posee una infraestructura metalmecánica, la cual cuenta con 7 niveles, en donde se encuentran distribuidos los equipos y máquinas necesarios para la obtención del producto final. El proceso productivo de la planta comprende 6 etapas: recepción de materias primas, molienda, peletizado-extruido, envasado, almacenamiento y despacho de producto terminado. El ruido es generado dentro del proceso productivo por varias máquinas estacionarias y equipos, tales como: máquinas de molienda, mezcladores, zarandas, acondicionadores, motores, ventiladores, agitadores, y el constante flujo de material por ductos.

El objetivo del presente proyecto es plantear mejoras y controles orientados a la disminución de ruido laboral y de esta forma atenuar la afectación directa al trabajador por la constante exposición a este factor de riesgo, lo que al momento ha generado dentro la población un impacto importante según los registros médicos ocupacionales de los colaboradores, como por ejemplo la hipoacusia que es la disminución en su capacidad auditiva; enfermedad ocupacional que consta en la lista de enfermedades profesionales de la OIT (Organización Internacional del Trabajo).

En base a la medición continua de niveles de presión sonora, el tiempo de exposición, el cálculo de la dosis recibida al trabajador y la atenuación por los elementos de protección se determinó que el ruido laboral afecta de forma directa a los trabajadores del edificio productivo.

En la fase de controles, se determinó las acciones para mitigar la exposición que los trabajadores tienen en su jornada laboral. Las acciones incluyen controles en la fuente, en el medio y en el receptor, siendo este último uno de los más importantes porque depende de la concientización del personal en el buen uso de los elementos de protección dotados por la compañía.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	.II
ABREVIATURASIII
SIMBOLOGÍAIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	.V
ÍNDICE DE TABLAS.....	.VI
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Área de estudio	1
1.2. Objetivos del proyecto	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. Justificación	7
1.4. Estructura del trabajo de titulación	7
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Conceptos básicos	9
2.1.1. Audiometría.....	9
2.1.2. Calibrador.....	9
2.1.3. Decibel.....	9
2.1.4. Dosímetro.....	9
2.1.5. Dosis	9
2.1.6. Emisión sonora	10
2.1.7. Frecuencia sonora	10
2.1.8. Hipoacusia o déficit auditivo	10
2.1.9. Infrasonido y ultrasonido	10
2.1.10. Inmisión sonora.....	10
2.1.11. Intensidad sonora.....	10
2.1.12. Micrófono.....	10

2.1.13. Nivel equivalente.....	10
2.1.14. Nivel de ruido máximo	11
2.1.15. Nivel de ruido mínimo.....	11
2.1.16. Nivel de ruido pico.....	11
2.1.17. Presión sonora continua.....	11
2.1.18. Ruido	11
2.1.19. Ruido fluctuante.....	11
2.1.20. Ruido de impacto	11
2.1.21. Sonido.....	11
2.1.22. Sonómetro.....	11
2.1.23. Sordera	12
2.1.24. Ultrasonido.....	12
2.1.25. Valor máximo.....	12
2.1.26. Velocidad del sonido	12
2.1.27. Nivel de presión sonora (NPS o SPL)	12
2.1.28. Nivel de presión sonora continuo equivalente NPSeq.....	12
2.1.29. Nivel de presión sonora continuo equivalente para 8 horas (NPSeq,8h)	13
2.1.30. Nivel de presión sonora máximo NPSMAX	13
2.1.31. Nivel de presión sonora mínimo NPSMIN.....	13
2.1.32. Respuesta lenta o slow.....	13
2.1.33. Nivel de presión sonora peak NPSPEAK.....	13
2.1.34. Ruido estable.....	13
2.1.35. Ruido fluctuante.....	13
2.1.36. Ruido impulsivo o imprevisto.....	13
2.1.37. Grado de protección (x)	13
2.1.38. Nivel de presión sonora efectivo (L'_{Ax}).....	14
2.1.39. Reducción del nivel sonoro pronosticada (PNRx)	14
2.1.40. Valor de protección supuesto (APV_{fx})	14
2.1.41. Bandas de octava	14
2.2. Marco legal aplicable al caso de estudio.....	15

2.3. Hipótesis.....	18
2.4. Método de la investigación	18
CAPÍTULO 3	
3. MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1. Selección de la estrategia de medición	21
3.1.1. Identificación de fuentes que generan ruido	21
3.2. Plan de mediciones	22
3.2.1. De los parámetros de medición	22
3.2.2. Ubicación de los instrumentos.....	23
3.2.3. Tiempo de medición.....	23
3.3. Tratamiento de errores e incertidumbres.....	23
3.3.1. Validación del equipo de medición en campo	23
3.4. Resultados obtenidos vs. valores de referencia.....	24
CAPÍTULO 4	
4. RESULTADOS	30
4.3. Controles en la fuente.....	66
4.4. Controles en el medio	66
4.5. Controles en el receptor.....	67
CAPÍTULO 5	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones	69
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

DIN	Demoras Inevitables
NTE	Normativa Técnica Ecuatoriana
P	Valor eficaz de la presión sonora medida.
P ₀	Valor eficaz de la presión sonora de referencia fijado en 2×10^{-5} (N/m ²)

SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
Hz	Hertzio
dB	Decibelio
Khz	Kilohertzio
Cps	Ciclos por segundo
μPa.	Micropascal
Leq	Nivel equivalente
Lpk	Nivel de ruido pico
NPS _{max}	Nivel de presión sonora máximo
NPS _{max}	Nivel de presión sonora mínimo
NPS o SPL	Nivel de presión sonora
NPS _{eq}	Nivel de presión sonora continuo
NPS _{eq,8h}	Nivel de presión sonora continuo equivalente para 8 horas
NPS _{MAX}	Nivel de presión sonora máximo
NPS _{MIN}	Nivel de presión sonora mínimo
NPS _{APEAK}	Nivel de presión pico lento
NPS _{SPEAK}	Nivel de presión sonora instantánea máxima
PNR _x	Reducción del nivel sonoro pronosticada
APV _{fx}	Valor de protección supuesto
f	Frecuencia

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Elaboración de producto balanceado	1
Figura 1.2 Almacenamiento de ingredientes en bodegas.....	2
Figura 1.3 Almacenamiento de ingredientes en silos	2
Figura 1.4 Molino de martillos	3
Figura 1.5 Mezclador	3
Figura 1.6 Prensa	4
Figura 1.7 Control de proceso.....	5
Figura 1.8 Tamizaje	5
Figura 1.9 Envasado.....	6
Figura 1.10 Producto terminado.....	6
Figura 2.1 Pirámide de Kelsen.....	15
Figura 4.1 Metodología para la determinar la exposición a ruido laboral.....	20
Figura 4.12 Nivel de precisión sonora vs.tiempo de medición (silo balanza).....	31
Figura 4.13 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (silo balanza)	31
Figura 4.14 Nivel de precisión sonora vs.tiempo de medición (filtro cónico).....	33
Figura 4.15 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (filtro cónico)	33
Figura 4.16 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (filtro cónico ampliación) ..	35
Figura 4.17 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (filtro cónico ampliación)	35
Figura 4.18 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (tolva alimentadora de prensa)	37
Figura 4.19 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (tolva alimentadora de prensa)	37
Figura 4.20 Nivel de precisión sonora vs.tiempo de medición (EQ 1505 ampliación).....	39
Figura 4.21 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (EQ 1505 ampliación)	39
Figura 4.22 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (tolva de rociado L1.).....	41
Figura 4.24 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (prensa 7 ampliación)	43
Figura 4.25 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (prensa 7 ampliación)	43
Figura 4.26 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (post acondicionador 3) ...	45
Figura 4.27 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (post acondicionador 3)	45

Figura 4.28 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (post acondicionador ampliación)	47
Figura 4.29 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (post acondicionador ampliación) ..	47
Figura 4.30 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (centro de área).....	49
Figura 4.31 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (centro de área)	49
Figura 4.32 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (entre línea 1-3).....	51
Figura 4.33 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (entre línea 1-3)	51
Figura 4.34 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (ciclón secador l2 nivel 1)	53
Figura 4.35 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (ciclón secador L2 nivel 1)	53
Figura 4.36 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 1 filtro de mangas L3)	55
Figura 4.37 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 1 filtro de mangas L3).....	55
Figura 4.38 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 1 ciclón de secador L5)	57
Figura 4.39 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 1 ciclón de secador L5)	57
Figura 4.40 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 0 molino L2)	59
Figura 4.41 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 0 molino L2)	59
Figura 4.42 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (microingredientes).....	61
Figura 4.43 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (microingredientes)	61
Figura 4.44 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 5 silo balanza ampliación)	63
Figura 4.45 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 5 silo balanza ampliación)	63
Figura 4.46 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 3A exclusas)	65
Figura 4.47 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 3A exclusas).....	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1_Matriz legal enfoque ruido (constitución política).....	16
Tabla 2_Matriz legal enfoque ruido (convenios internacionales).....	17
Tabla 3 Matriz legal enfoque ruido (leyes ordinarias).....	17
Tabla 4_Matriz legal enfoque ruido (decretos y reglamentos).....	18
Tabla 5_Ubicación de puntos para medición	21
Tabla 6_Fuentes generadoras de ruido	22
Tabla 7_Ruido continuo interno (limites permisibles).....	24
Tabla 8_Ruido de impactos (límites permisibles).....	25
Tabla 9_Protección auditiva en función del nivel de presión sonora efectivo	27
Tabla 10_Cálculo de equipo de protección auditiva “EPP”	28
Tabla 11_Epp usados en el mercado.....	28
Tabla 12_Resultados de mediciones	29
Tabla 13_Resultados de mediciones bandas de octava	29
Tabla 14_Medición del nivel de presión sonora laboral (silo balanza).....	30
Tabla 15_Medición del nivel de presión sonora laboral (filtro cónico).....	32
Tabla 16_Medición del nivel de presión sonora laboral (filtros cónico ampliación)	34
Tabla 17_Medición del nivel de presión sonora laboral (tolva alimentadora de prensa)....	36
Tabla 18_Medición del nivel de presión sonora laboral (EQ 1505 ampliación).....	38
Tabla 19_Medición del nivel de presión sonora laboral (tolva de rociado L1.).....	40
Tabla 20_Medición del nivel de presión sonora laboral (prensa 7 ampliación).....	42
Tabla 21_Medición del nivel de presión sonora laboral (post acondicionador 3).....	44
Tabla 22_Medición del nivel de presión sonora laboral (post acondicionador ampliación)	46
Tabla 23_Medición del nivel de presión sonora laboral (centro de área).....	48
Tabla 24_Medición del nivel de presión sonora laboral (entre línea 1-3).....	50
Tabla 25_Medición del nivel de presión sonora laboral (ciclón secador L2 nivel 1).....	52
Tabla 26_Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 1 filtro de mangas L3)	54
Tabla 27_Medición del nivel de presión sonora laboral (Nivel 1 Ciclón de Secador L5)	56
Tabla 28_Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 0 molino línea 2)	58
Tabla 29_Medición del nivel de presión sonora laboral (Microingredientes).....	60
Tabla 30_Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 5 silo balanza ampliación) ..	62

Tabla 31_Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 3A exclusas)	64
Tabla 32_Medidas propuestas de mitigación en la fuente.....	66
Tabla 33_Medidas propuestas de mitigación en el medio.....	67
Tabla 34_Medidas propuestas de mitigación en el receptor	67

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Área de estudio

En el presente trabajo se analiza como los niveles de presión sonora en el proceso de productivo de una empresa del sector acuícola ubicada en la provincia del Guayas, tienen afectación sobre los colaboradores que desarrollan sus actividades en este medio ambiente de trabajo.

La empresa ha comenzado sus operaciones hace unos 10 años aproximadamente y es considerada un referente dentro de la industria local y Latinoamericana en brindar soluciones nutricionales en la industria acuícola. Uno de los objetivos de la empresa actualmente es brindar a sus colaboradores las condiciones óptimas dentro de su medio ambiente de trabajo, para lo cual se realiza en primera instancia la identificación de peligros, se evalúan los riesgos y se toman los controles necesarios para mitigar los riesgos a los cuales están expuestos las personas que desarrollan trabajos dentro de estas instalaciones.

El proceso productivo de la planta comprende 6 etapas o procesos: recepción de materias primas, molienda, peletizado-extruido, envasado, almacenamiento y despacho de producto terminado. El presente trabajo tendrá el enfoque en el riesgo físico, ruido, generado dentro del proceso de elaboración por varias máquinas estacionarias y equipos que intervienen en dicho proceso. La empresa objeto de estudio tiene el siguiente diagrama general de su proceso de elaboración de producto balanceado.

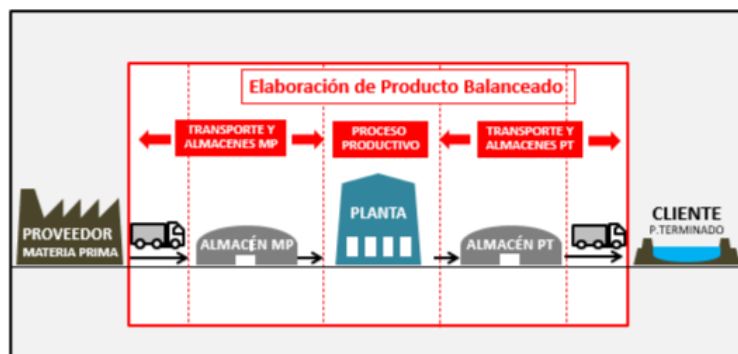


Figura 1.1 Elaboración de producto balanceado

Fuente: Autor

Recepción y almacenamiento de materias primas.

Las Materias primas llegan a la planta en dos tipos de presentaciones:

1. Líquidos
2. Sólidos
 - a) Macroingredientes
 - b) Microingredientes

Los macroingredientes son almacenados en silos y los microingredientes son almacenados en bodegas.



Figura 1.2 Almacenamiento de ingredientes en bodegas

Fuente: Autor

Almacenamiento en silos.

El transporte hacia los silos de abastecimiento se realiza por medio de tuberías para la producción diaria programada.

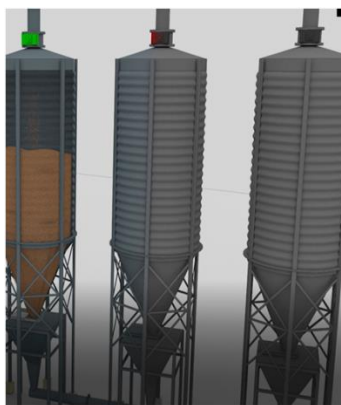


Figura 1.3 Almacenamiento de ingredientes en silos

Fuente: Autor

Molienda

La molienda es la operación en donde se reduce el tamaño de las materias primas. En esta fase se realiza el control de granulometría (tamaño de partícula).

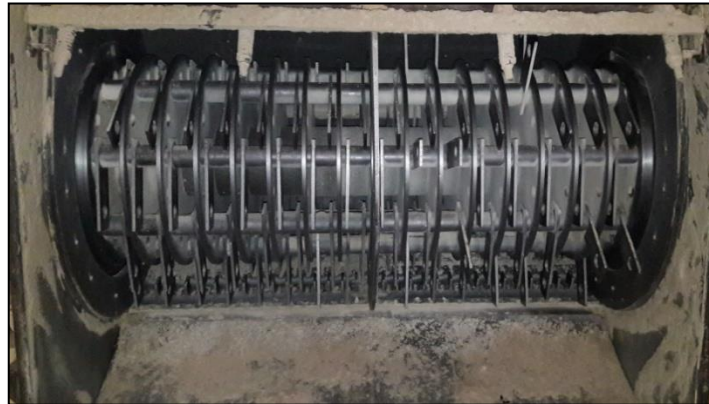


Figura 1.4 Molino de martillos

Fuente: Autor

Mezclado

Es la operación que consiste en la mezcla de las materias primas. En esta etapa se realizan los controles de proximales y se garantiza que la mezcla sea homogénea.

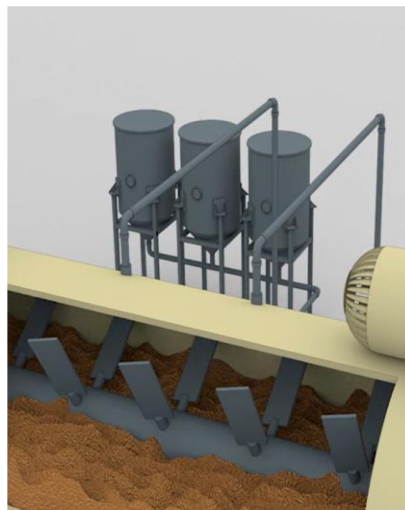


Figura 1.5 Mezclador

Fuente: Autor

Peletizado

a. Prensado

Acondicionamiento de la mezcla previo a la prensa peletizadora. Controlar la temperatura y humedad de la masa que ingresa a la prensa peletizadora.



Figura 1.6 Prensa

Fuente: Autor

b. Post acondicionador

Termina el proceso de cocción del pellet formado.

c. Secador

Se reduce el contenido de humedad del producto.

d. Enfriador

Se baja la temperatura del pellet. En estas etapas se controlan las temperaturas y tiempos de proceso y del pellet, para garantizar la inocuidad microbiológica del producto.

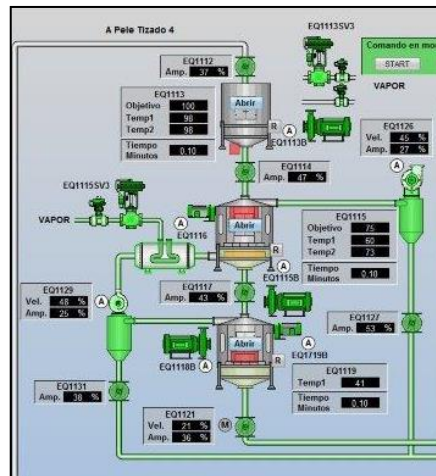


Figura 1.7 Control de proceso

Fuente: Autor

e. Tamizado

Proceso de separación de los pellets las chambas, grumos y finos que pudieron generarse del proceso.



Figura 1.8 Tamizaje

Fuente: Autor

f. Envasado

En esta etapa se envasa el producto final en sacos para ser paletizado, y almacenado



Figura 1.9 Envasado

Fuente: Autor

g. Almacenamiento provisional

Se almacena el producto dentro de almacenes provisionales para ser trasladado a los respectivos centros de distribución.



Figura 1.10 Producto terminado

Fuente: Autor

Para determinar la exposición laboral se la realizó en el ambiente comprendido en el proceso productivo en donde los trabajadores se encuentran en interacción constante con el factor de riesgo físico, ruido.

1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivo general

Determinar los niveles de exposición a ruido laboral en las actividades desarrolladas dentro del área de producción para establecer medidas de prevención mediante la aplicación de controles ingenieriles/ambientales y biológicos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las principales fuentes emisoras de ruido para determinar el efecto que causa sobre el trabajador en cada parte del proceso productivo.
- Realizar mediciones de ruido en los distintos procesos de la planta productiva.
- Evaluar los riesgos para los trabajadores, según el nivel de exposición a ruido.
- Proponer métodos de reducción de ruido según la evaluación de riesgos realizada.

1.3. Justificación

La reglamentación que rige en base a la seguridad y salud en el trabajo establecida en el Ecuador posee parámetros de cumplimiento específico para el tipo de factor de riesgo ruido, y la cual es verificada por los entes de regulación según la legislación vigente; dentro del plan estratégico de las empresas, estas establecen al recurso humano como un pilar fundamental dentro de su desarrollo, por ende, toman las medidas de mitigación acorde a su giro de negocio y necesidad.

La legislación local regula el límite máximo 85 dB(A) respecto a la presión sonora, en un periodo de 8 horas laborales, habiéndose considerado una medición menor de 70 decibeles de ruido en lugares en donde las tareas asignadas demanden actividades de cálculo, de actividad intelectual, tareas de regulación o vigilancia.

1.4. Estructura del trabajo de titulación

En el primer capítulo se escoge el área de estudio de la investigación, se ha seleccionado el proceso productivo debido a que en el mismo se encuentran distintos equipos y maquinaria que generan altos decibeles.

En el segundo capítulo se expone lo estipulado en el marco legal aplicable al factor de riesgo físico, ruido. Dentro de este capítulo también se hace referencia a la metodología a usar.

En el tercer capítulo se describen las etapas de la metodología a usar en este proyecto.

En el cuarto capítulo se recolectan los datos provenientes de las mediciones realizadas en campo y se realiza el respectivo análisis.

En el quinto capítulo se dan las recomendaciones según lo concluido de acuerdo a las mediciones realizadas y a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

El factor de riesgo físico, ruido, es muy común en la industria de balanceado de camarón y lo podemos encontrar en los diferentes frentes de trabajo en donde se desarrollan las actividades diariamente.

En el pasado existían métodos de atenuación de ruido poco convencionales y no efectivos, debido a la falta de tecnificación de los procesos y de la maquinaria, aun hoy en día podemos encontrar en un porcentaje considerable que los aspectos para minimizar el factor de riesgo físico, ruido, no es tomado en cuenta dentro de la concepción de nuevos proyectos de la industria.

2.1. Conceptos básicos

2.1.1. Audiometría

Es la prueba básica para conocer la audición de la persona. Existen diferentes tipos de prueba que nos permiten objetivar mejor el estado auditivo según interese saber la topografía de la lesión y la repercusión social de la misma (Tolosa Cabaní & Badenes Vicente, 2008)

2.1.2. Calibrador

Instrumento que sirve para verificar y ajustar sonómetros y que genera un tono puro por lo general a 1 Khz y 94 dBA o 114 dBA. (Guia Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposicion a ruido en los ambientes de trabajo, 2012) .

2.1.3. Decibel

El término dB (decibelio) y la escala de dB valor absoluto de la diferencia entre las alturas del destino y origen de una elevación.

2.1.4. Dosímetro

Es un monitor de exposición que acumula el ruido constantemente, usando un micrófono y circuitos similares a los medidores de presión sonora. La señal es acumulada en un condensador una vez que ha sido transformada en energía eléctrica (Guia para evaluación factor de riesgo ruido, 2008).

2.1.5. Dosis

El porcentaje de exposición comparada con la máxima exposición diaria. La dosis de ruido se desarrolló para evaluar la exposición como protección contra la pérdida de la audición y se expresa como un porcentaje de la exposición diaria máxima permisible al ruido. La

dosis de ruido durante 8 horas es igual al 100% cuando el nivel sonoro equivalente es igual al nivel permisible para las 8 horas (El ruido en el ambiente laboral, 2016).

2.1.6. Emisión sonora

Emanación en la atmósfera de un sonido proveniente de una fuente fija o móvil (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003).

2.1.7. Frecuencia sonora

Se define como el número de oscilaciones completas de las ondas sonoras por segundo y se expresa en Hertzio, (Hz), o vibraciones por segundos o ciclos por segundo (cps) (Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo, 2012)

2.1.8. Hipoacusia o déficit auditivo

Es el aumento permanente del umbral auditivo. Siendo el umbral auditivo el mínimo nivel sonoro audible.

2.1.9. Infrasonido y ultrasonido

Los infrasonidos son aquellos sonidos cuyas frecuencias son inferiores a 20Hz. Los ultrasonidos, en cambio son sonidos cuyas frecuencias son superiores a 20000 Hz. En ambos casos se tratan de sonidos inaudibles por el ser humano (Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo, 2012).

2.1.10. Inmisión sonora

Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación "A", que recibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o de los focos ruidosos.

2.1.11. Intensidad sonora

Grado de energía de la onda sonora, para su medición se utiliza corrientemente el decibelio, normalmente esa referencia es la correspondiente al umbral de audición de 1.000 Hz con una presión de 20 μ Pa (o 10-12 W/m²), que es la menor presión acústica audible para un oído joven y sano, siendo así su valor en la escala logarítmica 0 dB (Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo, 2012).

Fuente emisora

Es la causa que origina o produce el ruido. Esta puede ser: industrial, tráfico vehicular, tráfico aéreo, tránsito ferroviario, estampidos sónicos, construcciones de edificios y obras públicas y del interior de los edificios. Otras fuentes son los campos de tiros, lanchas y sirenas de vehículos y otras (Secretaría de estado de medio Ambiente y recursos naturales, 2003)

2.1.12. Micrófono

Dispositivo que convierte en señal eléctrica una sonora.

2.1.13. Nivel equivalente

También llamado nivel equivalente continuo o Leq, se define como el nivel de un ruido continuo que contiene la misma energía que el ruido medido y consecuente también posee la capacidad de dañar el sistema auditivo (Física del Sonido, 2007)

2.1.14. Nivel de ruido máximo

Es el mayor nivel de presión obtenido durante el periodo de medición.

2.1.15. Nivel de ruido mínimo

Es el menor nivel de presión obtenido durante el periodo de medición.

2.1.16. Nivel de ruido pico

También llamado nivel pico o Lpk Es el nivel pico máximo de la presión acústica instantánea al que está expuesto al trabajador (Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos, 2015).

2.1.17. Presión sonora continua

Es el nivel de presión sonora que si fuera constante el nivel tendría el mismo nivel de energía durante la medición (Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo, 2012).

2.1.18. Ruido

Es todo sonido indeseable, que, según su naturaleza, magnitud o duración, puede afectar la salud y/o producir otros efectos adversos para las personas y el ambiente (Secretaría de estado de medio Ambiente y recursos naturales, 2003)

2.1.19. Ruido fluctuante

Ruido que presenta fluctuaciones en los niveles de presión sonora, instantáneos y superiores a 5 dB (A), con un periodo de duración de un minuto. Se entenderá que un ruido es fluctuante cuando la diferencia entre el NPS_{max} y el NPS_{min} obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(a) (Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo, 2012).

2.1.20. Ruido de impacto

Es un sonido de corta duración y de elevada intensidad, por ejemplo, las explosiones, bombas sónicas y fuego de artillería (Secretaría de estado de medio Ambiente y recursos naturales, 2003).

2.1.21. Sonido

Es una perturbación mecánica que se propaga a través de un medio elástico (aire, líquido o sólido) a una velocidad característica de este (Secretaría de estado de medio Ambiente y recursos naturales, 2003).

2.1.22. Sonómetro

Es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora y también mide el nivel el nivel de ruido que existe en determinado lugar en un momento dado (Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos, 2015).

2.1.23. Sordera

El 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. Los sonidos y ruidos en general son el resultado de la combinación de tonos puros de diferentes frecuencias. El sistema auditivo es capaz de captar frecuencias entre 20 y 20.000 Hz., pero el oído filtra o atenúa algunos tonos (Física del Sonido, 2007)

2.1.24. Ultrasonido

Es el sonido cuya frecuencia es mayor de unos 15 kHz, es decir, superior al de la capacidad auditiva normal (Secretaría de estado de medio Ambiente y recursos naturales, 2003).

2.1.25. Valor máximo

Es el valor más alto detectado durante la medición realizada, si este valor es superior a 140 dBA, significa que existe un riesgo inminente para la salud del trabajador ya que es considerado el umbral de dolor.

2.1.26. Velocidad del sonido

Es la distancia recorrida por las ondas sonoras en una unidad de tiempo y está relacionada con la temperatura del aire (°C) (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003).

2.1.27. Nivel de presión sonora (NPS o SPL)

Es una unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora. Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003):

$$\text{NPS o SPL} = 20 \text{ Log} \left(\frac{P}{P_o} \right)$$

Dónde:

P: valor eficaz de la presión sonora medida.

Po: valor eficaz de la presión sonora de referencia fijado en 2×10^{-5} (N/m²)

2.1.28. Nivel de presión sonora continuo equivalente NPSeq

Equivale al nivel de presión que mantenido constante durante el intervalo de medición (desde el instante de la medición hasta el fin) tiene la misma energía sonora que el suceso sonoro medido. La unidad medida se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003):

$$L_{AeqTm} = NPSeq = 10 * \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{\frac{L_{AeqT.m.n}}{10}} \right)$$

2.1.29. Nivel de presión sonora continuo equivalente para 8 horas (NPSeq,8h)

Es el nivel de intensidad sonora, expresado en dB(A), que durante 8h de exposición ininterrumpida produciría la misma energía sonora que la verdadera exposición variable y es indicado por la siguiente ecuación (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003).

$$L_{AeqTm\ 8H} = NPSeq_{8H} = NPSeq + 10 \log \left(\frac{\text{Tiempo de Trabajo}}{\text{Jornada 8H}} \right)$$

2.1.30. Nivel de presión sonora máximo NPS_{MAX}

Es el nivel sonoro máximo de toda la medición (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003).

2.1.31. Nivel de presión sonora mínimo NPS_{MIN}

Es el nivel sonoro mínimo de toda la medición (Normas ambientales para la protección contra ruidos, 2003).

2.1.32. Respuesta lenta o slow

Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPSA_{PEAK} "Nivel de presión Pico Lento". Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) lento (Evaluación de riesgos físicos que inciden en trabajadores de mantenimiento de aeronaves fumigadoras, 2016).

2.1.33. Nivel de presión sonora peak NPS_{PEAK}

Nivel de Presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con Nivel de presión sonora máximo, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) (El ruido en el ambiente laboral, 2016)

2.1.34. Ruido estable

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto.

2.1.35. Ruido fluctuante

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión Sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto.

2.1.36. Ruido impulsivo o imprevisto

Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un intervalo de medición no mayor a 1 segundo.

2.1.37. Grado de protección (x)

Es el porcentaje de situaciones para las cuales el nivel de presión sonora EFECTIVO "A" es igual o menor que el valor pronosticado, cuando se utiliza el protector auditivo (Determinación de aptitud de protectores auditivos, 2010).

2.1.38. Nivel de presión sonora efectivo (L'_{Ax})

Es el nivel efectivo que llega al oído al utilizar el protector auditivo que se analiza en el ambiente ruidoso donde se realizó la medición del nivel de presión sonora, compensado "A" para un grado de protección "x" (Determinación de aptitud de protectores auditivos, 2010).

2.1.39. Reducción del nivel sonoro pronosticada (PNR_x)

Es la diferencia entre el nivel de presión sonora compensado "A" (L_A) del ruido medido en el ambiente, y el nivel de presión sonora efectivo compensado "A" (L'_{Ax}) cuando se usa el protector auditivo que se evalúa, para un cierto grado de protección "x" (Determinación de aptitud de protectores auditivos, 2010).

2.1.40. Valor de protección supuesto (APV_{fx})

Es el valor de protección supuesto de un protector auditivo, en la frecuencia "f" y para un grado de protección "x" (Determinación de aptitud de protectores auditivos, 2010).

2.1.41. Bandas de octava

Es una banda de frecuencia que está entre dos frecuencias con una relación de 2, estas dos frecuencias se eligen de forma que la superior sea doble que la inferior. La frecuencia central de la banda es la media geométrica de las frecuencias inferior y superior.

La gama de frecuencia auditiva generalmente se separa en bandas de octava por conveniencia, en donde cada banda específica se representa por su frecuencia de centro, a saber: 63 Hz, 125 Hz, 250Hz, 500 Hz, 1KHz, 2 KHz, 4 KHz, 8 KHz, y 16 KHz, que cubre la mayoría de la gama de las frecuencias audibles (Física del Sonido, 2007)

2.2. Marco legal aplicable al caso de estudio

El marco legal tomado como referencia para este estudio incluye leyes locales e internacionales que se muestran en la siguiente pirámide de Kelsen:



Figura 2.1 Pirámide de Kelsen

Fuente: El Imperio del derecho 2011

Constitución (Ejemplo: Constitución de la república del Ecuador)

Tratados y convenios internacionales (Ejemplo: Declaración de río sobre el medio ambiente y el desarrollo).

Leyes orgánicas (Ejemplo: Código orgánico integral penal; Código orgánico ambiental)

Leyes ordinarias.

Normas regionales y ordenanzas distritales (Norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 439:1984 colores, señales y símbolos de seguridad.)

Decretos y reglamentos (Ejemplo: reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente).

Ordenanzas

Los acuerdos y las resoluciones (Ejemplo: código del trabajo).

Demás actos y decisiones de poderes políticos.

A continuación, se presenta la matriz legal con enfoque a riesgo físico - ruido

Tabla 1
Matriz legal enfoque ruido (constitución política)

APARTADO LEGAL	REQUISITOS LEGALES
Constitución Política de la República del Ecuador	Art. 33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.
	Art. 326 El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios: 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. 6. Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley.
	Art. 369 El seguro universal obligatorio cubrirá las contingencias de enfermedad, maternidad, paternidad, riesgos de trabajo, cesantía, desempleo, vejez, invalidez, discapacidad, muerte y aquellas que defina la ley. Las prestaciones de salud de las contingencias de enfermedad y maternidad se brindarán a través de la red pública integral de salud. El seguro universal obligatorio se extenderá a toda la población urbana y rural, con independencia de su situación laboral.

Fuente: Autor

Tabla 2
Matriz legal enfoque ruido (convenios internacionales)

APARTADO LEGAL	REQUISITOS LEGALES
Decisión 584, Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional	<p>Artículo 12.- Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.</p> <p>Artículo 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar.</p>
OIT. C155 - Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981 (núm. 155)	<p>Parte IV. Acción a Nivel de Empresa. Artículo 16.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Deberá exigirse a los empleadores que, en la medida en que sea razonable y factible, garanticen que los lugares de trabajo, la maquinaria, el equipo y las operaciones y procesos que estén bajo su control son seguros y no entrañan riesgo alguno para la seguridad y la salud de los trabajadores. 2. Deberá exigirse a los empleadores que, en la medida en que sea razonable y factible, garanticen que los agentes y las sustancias químicas, físicas y biológicas que estén bajo su control no entrañan riesgos para la salud cuando se toman medidas de protección adecuadas. 3. Cuando sea necesario, los empleadores deberán suministrar ropas y equipos de protección apropiados a fin de prevenir, en la medida en que sea razonable y factible, los riesgos de accidentes o de efectos perjudiciales para la salud.
OIT. C148 - Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones), 1977 (núm. 148)	<p>Parte III. Medidas de Prevención y Protección. Artículo 9.-</p> <p>En la medida de lo posible, se deberá eliminar todo riesgo debido a la contaminación del aire, al ruido y a las vibraciones en el lugar de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> (a) mediante medidas técnicas aplicadas a las nuevas instalaciones o a los nuevos procedimientos en el momento de su diseño o de su instalación, o mediante medidas técnicas aportadas a las instalaciones u operaciones existentes, o cuando esto no sea posible, (b) mediante medidas complementarias de organización del trabajo

Fuente: Autor

Tabla 3 Matriz legal enfoque ruido (leyes ordinarias)

APARTADO LEGAL	REQUISITOS LEGALES
Código del Trabajo	<p>Capítulo IV</p> <p>De las obligaciones del empleador y del trabajador</p> <p>Art. 42.- Obligaciones del empleador.- Son obligaciones del empleador:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad;8 3. Indemnizar a los trabajadores por los accidentes que sufrieren en el trabajo y por las enfermedades profesionales, con la salvedad prevista en el Art. 38 de este Código

Fuente: Autor

Tabla 4
Matriz legal enfoque ruido (decretos y reglamentos)

APARTADO LEGAL	REQUISITOS LEGALES
Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y el Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.	<p>Artículo 53 numeral 4. Establece la jerarquía para prevención de riesgos: En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.</p> <p>Artículo 55 Numeral del 1 al 7 Detalla la metodología para prevenir riesgos relacionados a ruido y vibraciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53. 2. El aclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes anti-vibratorios. 3. Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán 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. 4. (Reformado por el Art. 31 del Decreto 4217) Se prohíbe instalar máquinas o aparatos que produzcan ruidos o vibraciones, adosados a paredes o columnas excluyéndose los dispositivos de alarma o señales acústicas. 5. (Reformado por el Art. 32 del Decreto 4217) Los conductos con circulación forzada de gases, líquidos o sólidos en suspensión, especialmente cuando estén conectados directamente a máquinas que tengan partes en movimiento siempre y cuando contribuyan notablemente al incremento de ruido y vibraciones, estarán provistos de dispositivos que impidan la transmisión de las vibraciones que generan aquellas mediante materiales absorbentes en sus anclajes y en las partes de su recorrido que atraviesen muros o tabiques. 6. (Reformado por el Art. 33 del Decreto 4217) 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
Resolución No. C.D. 513, Reglamento del Seguro General de Riesgo del Trabajo.	<p>Artículo 9.- Factores de riesgos de las enfermedades profesionales u ocupacionales.- Se consideran factores de riesgos específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional u ocupacional y que ocasionan efectos a los asegurados, los siguientes: químico, físico, biológico, ergonómico y psicosocial Se consideran enfermedades profesionales u ocupacionales las publicadas en la lista de la organización Internacional del trabajo, OIT y que consta en el primer anexo de la presente Resolución, así como las establecidas en la normativa nacional ; o las señaladas en instrumentos técnicos y legales de organismos internacionales, de los cuales Ecuador sea parte.</p> <p>Artículo 55.- Mecanismos de la Prevención de Riesgo del Trabajo: Las empresas deberán implementar mecanismos de prevención de riesgos del trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias, haciendo énfasis en lo referente a la acción técnica que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de peligros y factores de riesgo • Medición de factores de riesgo • Evaluación de factores de riesgo • Control operativo integral • Vigilancia ambiental laboral y de la salud • Evaluaciones periódicas

Fuente: Autor

2.3. Hipótesis

El estudio plantea la hipótesis de establecer si la exposición por riesgo físico, ruido en el proceso productivo tiene efectos negativos sobre la salud de los trabajadores que desarrollan sus actividades dentro del edificio de producción y realizan tareas de carácter rutinario.

2.4. Método de la investigación

El presente estudio es de carácter descriptivo y contribuye con la prevención de enfermedades profesionales causadas por la exposición a niveles elevados de ruido, con la implementación de mejoras en las condiciones de trabajo de las áreas evaluadas.

La metodología utilizada fue la descrita en la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 9612), la misma que consta de las siguientes etapas:

- Análisis de la actividad
- Seleccionar la estrategia de la medición
- Mediciones y tratamiento de errores e incertidumbres
- Cálculos de la incertidumbre y presentación de resultados

CAPÍTULO 3

3. MARCO METODOLÓGICO

La determinación de la exposición real al ruido dentro de la planta productiva se realizará sobre una zona considerada como crítica del proceso, debido a que esta zona se da la mayor afluencia de personal tanto interno como externo.

La metodología propuesta para determinar la exposición a ruido laboral posee varias etapas, las cuales se describen a continuación:



Figura 4.1 Metodología para la determinar la exposición a ruido laboral

Fuente: Autor

Los puntos considerados son los siguientes:

Tabla 5
Ubicación de puntos para medición

Punto	Ubicación del punto
R1	Silo Balanza.
R2	Filtro Cónico.
R3	Filtros Cónicos Ampliación.
R4	Tolva Alimentadora de Prensa
R5	Motor EQ 1505 Ampliación de Planta.
R6	Tolva de Rociado L1.
R7	Prensa 7 Ampliación.
R8	Post Acondicionador 3.
R9	Post Acondicionador Ampliación
R10	Centro de Área.
R11	Entre Línea 1-3.
R12	Ciclón Secador L2 Nivel 1.
R13	Nivel 1 Filtro de Mangas L3.
R14	Nivel 1 Ciclón de Secador L5.
R15	Nivel 0 Molino Línea 2.
R16	Microingredientes.
R17	Nivel 5 -Silo Balanza Ampliación
R18	Nivel 3A Exclusas.

Fuente: Autor

3.1. Selección de la estrategia de medición

Se toma en cuenta los eventos que tengan relevancia por lo que se selecciona dos tipos de ellas:

La medición que se basa en la tarea debido a que varios operarios manejan maquinaria en un puesto de trabajo específico.

3.1.1. Identificación de fuentes que generan ruido

Según la maquinaria usada en el proceso productivo se identifican las siguientes fuentes generadoras de ruido, de acuerdo con la cantidad de decibeles que generan por equipo o maquinara, a continuación, se describen dichas fuentes:

Tabla 6
Fuentes generadoras de ruido

Fuentes generadoras de ruidos	Decibeles (dBA)
Alimentador de molino	95
Ciclón/Enfriador	110
Manifold de vapor	98
Molinos de Martillo	95
Prensa	130
Pulverizador	103

Fuente: Autor

Para hacer la medición de ruido laboral, se utilizará la norma UNE-EN ISO 9612:2009 título Acústica, uso de la Estrategia 1 – *Medición basada en la Tarea*, ya que se tiene conocimiento de las condiciones de trabajo al cual están expuestos los colaboradores en su jornada laboral.

Para los límites permisibles al cual puede estar expuesto un colaborador en la jornada de trabajo, se utilizó como referencia el Decreto Ejecutivo 2393, en la sección de Factores de Riesgos Físicos.

3.2. Plan de mediciones

El plan de mediciones se desarrollará en etapas donde se establecen los parámetros de medición, ubicación de instrumentos, tiempo de medición, tratamiento de incertidumbres, según se detalla a continuación:

3.2.1. De los parámetros de medición

Se consideró los siguientes parámetros:

- Nivel de presión sonora continuo equivalente (NPS_{eq}), en dB(A)
- Nivel de presión sonora máximo (NPS_{max}), en dB(A)
- Nivel de presión sonora mínimo (NPS_{min}), en dB(A)
- Nivel de presión sonora peak ($NP_{S_{peak}}$), en dB(C)
- Frecuencia en bandas de octavas (31.5, 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k, 16k Hz)
- Exposición a ruido-dosis diaria

3.2.2. Ubicación de los instrumentos

El micrófono de medición debe ser orientado hacia la fuente, la posición del micrófono ha sido seleccionada y colocada a 1 m del equipo generador de ruido y la altura ha dependido según la posición del colaborador al que se le haya efectuado la validación.

No debe instalarse el equipo de medición sobre mesas o superficies reflectantes, considerar que la vibración afecta las mediciones.

Trabajador de pie: $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$

Trabajador sentado: $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$

3.2.3. Tiempo de medición

El tiempo de la medición se considerara 15 minutos por puesto de trabajo (estadísticamente representativo de la jornada laboral), las mediciones fueron realizadas en respuesta lenta con filtro de ponderación "A" con tiempos de 20 segundos para integración.

3.3. Tratamiento de errores e incertidumbres

La incertidumbre presentada durante las mediciones realizadas se detalla en la norma INEN ISO 9612.

Las fuentes de incertidumbre son resultado de:

Variaciones de trabajo diario, condiciones de funcionamiento.

Los instrumentos y su respectiva calibración.

Posición del micrófono.

Contribuciones falsas

Análisis no realizado.

Contribuciones de fuentes atípicas.

Las contribuciones importantes se identifican durante el análisis de la actividad y durante las mediciones. Si se detecta una contribución significativa de las fuentes de error, las mediciones se deben rechazar y corregir

3.3.1. Validación del equipo de medición en campo

El equipo de medición es validado en campo antes de iniciar la actividad, según las instrucciones del fabricante, debido a que las condiciones ambientales afectan la respuesta del instrumento.

El instrumento fue calibrado en áreas donde no estuvo expuesto a ruido ya que este interfiere en la calibración.

Si los resultados antes y después de la calibración difieren en 0.5 decibeles se descartará dicha medición.

3.4. Resultados obtenidos vs. valores de referencia

La legislación ecuatoriana establece lo siguiente en su marco referencial respecto a los valores máximos de nivel de presión sonora NPS dB(A) al que puede estar expuesta una persona sin sufrir algún daño parcial o permanente en su sistema auditivo.

Tabla 7
Ruido continuo interno (limites permisibles)

<i>Nivel de presión sonora (NPS) dB(A) lento</i>	<i>Tiempo máximo de exposición (horas)</i>
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0,5
110	0,25
115	0,125

Fuente: Decreto ejecutivo 2393

Dosimetría: La dosis de ruido diaria (D) no deberá ser mayor que uno o cien, cuando se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Te1}{Tp1} + \frac{Te2}{Tp2} + \dots + \frac{Ten}{Tpn}$$

Donde:

Te = Tiempo de exposición a un nivel de presión sonora específico

Tp = Tiempo total permitido a ese nivel de presión sonora específico

$$Tp = \frac{8}{2^{(L-85)/5}}$$

No se permite sobrepasar los 115 dB(A) cualquiera que sea el tipo de trabajo a ejecutarse.

Ruido de Impacto. - Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo (Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo, 2012).

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 8
Ruido de impactos (límites permisibles)

<i>Impacto Nivel de presión por jornada de 8 horas sonora máxima</i>	<i>Niveles presión sonora máxima</i>
100 (dB)	140 (dB)
500 (dB)	135 (dB)
1000 (dB)	130 (dB)
5000 (dB)	125 (dB)
10000 (dB)	120 (dB)

Fuente: Decreto ejecutivo 2393

Es fundamental que los colaboradores que desarrollan actividades sometidos este factor de riesgo deben ser sometidos a estudio y control audiométrico.

Valor de protección supuesto (APV_{fx}): El valor de protección supuesto se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$APV_{fx} = m_f - (\alpha * S_f)$$

Dónde:

APV: Sigla del término en inglés "Assumed Protection Value" subíndice "f": frecuencia central de la banda de octava Subíndice "x": Grado de protección seleccionado

m_f: Valor de atenuación media del protector auditivo

S_f: Desviación estándar de la atenuación

α : Factor obtenido que depende del grado de protección seleccionado

Método de estimación de banda de octava: Este método requiere que se provean los niveles de presión sonora en bandas de octava del espectro de ruido ($L_f(x)$) y los valores de protección auditiva previstos ($APV_{f(k)X}$).

El cálculo se efectuará para cada situación de ruido en particular, debido a que el método depende de ella.

El nivel de presión sonora efectivo "A" cuando se utiliza el protector auditivo, L'_{Ax} se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$L'_{Ax} = 10 \log \sum_{k=1}^8 10^{0.1(L_{f(x)} + A_{f(k)} - APV_{f(k)X})} \quad [\text{dB}]$$

Dónde:

$f(k)$: Frecuencia central de la banda de octava

$f(1)$: 63 Hz; $f(2)$: 125 Hz; $f(3)$: 250 Hz;; $f(8)$: 8000 Hz

$L_f(k)$: Nivel de presión sonora del ruido en la banda de octava correspondiente

$A_f(k)$: Compensación en frecuencia "A" a las frecuencias centrales de las bandas de octava.

Se puede combinar Orejeras y Tapones con lo cual podremos obtener una mayor protección y se aplica la siguiente formula:

$$SNR_{(O+P)} = 33 \text{ Log}(0.4 SNR_O + 0.1 SNR_T)$$

Dónde:

SNRO: Índice de reducción único (o valor SNR) de la orejera
SNRT: Índice de reducción único (o valor SNR) del tapón auditivo

Tabla. 9
Protección auditiva en función del nivel de presión sonora efectivo

Nivel de presión sonora efectivo (L'A)	Calificación de la atenuación sonora
L'A > 85 dB(A)*	Insuficiente
65 dB(A) < L'A < 85 dB(A)	Adecuada
L'A < 60 dB(A)	Excesiva

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Cálculo requerido del EPP ó PNR

Para el cálculo del Nivel de presión sonora pronosticada ó equipo de protección personal auditivo (EPP), se aplica la siguiente fórmula:

$$PNR = L'_{FX} - L'_{AX}$$

L'FX= Nivel de presión sonora medido con bandas de octava L'AX= Nivel de presión sonora efectivo

Para mediciones con la red de ponderación de frecuencias A, se debe ajustar el NRR restando 7 dB. Éste factor de corrección justifica la falta de energía inherente para las bajas frecuencias usado en la red de ponderación A:

Nivel con protección auditiva (en el oído) = Nivel de ruido en dB (A) – [NRR –7]

Cuando se utiliza doble protección auditiva como tapones y orejeras el equipo de EPP se le debe disminuir en 2 dB(A), la fórmula para este EPP es la siguiente:

Nivel con protección auditiva (en el oído) = Nivel de ruido en dB (A) – [NRR –2]

En la Tabla, se indica los cálculos del equipo de protección auditiva requeridos para cada área de la empresa.

Tabla 10
Cálculo de equipo de protección auditiva “EPP”

Punto	L _{FX} dB(C)	L _{AX} dB(A)	Calculo de PNR*	Calificación de atenuación sonora	Ubicación del punto
R1	94,5	69,0	31,8	Adecuada	Silo Balanza.
R2	98,9	74,0	33,8	Adecuada	Filtro Conico.
R3	101,4	75,0	33,2	Adecuada	Filtros Conicos Ampliación.
R4	93,2	66,0	31,7	Adecuada	Tolva Alimentadora de Prensa 3.
R5	98,2	70,0	32,9	Adecuada	EQ 1505 Ampliación.
R6	95,3	68,0	30,1	Adecuada	Tolva de Roceado L1.
R7	98,0	70,0	32,0	Adecuada	Prensa 7 Ampliación.
R8	93,9	70,0	32,2	Adecuada	Post Acondicionador 3.
R9	98,2	74,0	32,1	Adecuada	Post Acondicionador Ampliación.
R10	77,4	51,0	32,2	Excesiva	Centro de Area.
R11	81,0	58,0	29,9	Excesiva	Entre Linea 1-3.
R12	89,3	70,0	34,3	Adecuada	Ciclon Secador L2 Nivel 1.
R13	90,9	76,0	25,3	Adecuada	Nivel 1 Filtro de Mangas L3.
R14	93,4	70,0	32,1	Adecuada	Nivel 1 Ciclon de Secador L5.
R15	95,0	73,0	31,5	Adecuada	Nivel 0 Molino Linea 2.
R16	85,4	58,0	30,4	Excesiva	Microingredientes.
R17	97,2	70,0	32,4	Adecuada	Nivel 5 -Silo Balanza Ampliación.
R18	92,2	67,0	32,5	Adecuada	Nivel 3A Exclusas.

Nota: L_{FX}= Nivel de presión sonora medido con bandas de octava.

L_{AX}= Nivel de presión sonora efectivo.

PNR*= L_{FX} - L_{AX} (Nivel de presión sonora pronosticado utilizando bandas de octava)

Excesiva: Se recomienda usar el mismo EPP o de menor atenuación.

Adecuada: Se recomienda usar el mismo EPP.

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 11
Epp usados en el mercado

MARCAS DE TAPONES Y OREJERAS	ATENUACIÓN SNR
Tapón 3M 1270 ó 1271	25
Tapón <u>Ultrafit</u>	32
Orejera PELTOR H9P3E, Optime 98 - Para Casco	25
Orejeras, PELTOR H9A, Optime 98 -Tipo Diadema	25
Orejera PELTOR H10A, Optime 105 - Tipo Diadema	30
Orejera PELTOR H10A, Optime 105 - Para Casco	30
Orejera PELTOR H7A, Optime 101 - Tipo Diadema	27
Orejera PELTOR H540A, Optime 3 - Tipo Diadema	35

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 12
Resultados de mediciones

Punto	Nivel de Presión Sonora dB(A)					Incertidumbre dB(A)	Limite Permisible dB(A)	Tiempo de Exposición Horas	Dosis	Cumplimiento con el Reglamento del IESS 2393	Ubicación de Punto
	NPS _{eq}	NPS _{eq8h}	NPS _{máx}	NPS _{mín}	NPS _{peak}						
R1	98,9	98,6	100,4	97,3	116,1	± 2,3	85,0	1,2	6,62	No Cumple	Silo Balanza.
R2	104,6	104,3	106,8	103,0	121,8	± 2,3	85,0	0,5	14,61	No Cumple	Filtro Conico.
R3	106,8	106,6	107,8	105,2	125,0	± 2,3	85,0	0,4	19,86	No Cumple	Filtros Conicos Ampliación.
R4	95,4	95,1	96,0	94,7	115,0	± 2,3	85,0	2,0	4,05	No Cumple	Tolva Alimentadora de Prensa 3.
R5	100,8	100,5	101,6	99,6	119,1	± 2,3	85,0	0,9	8,63	No Cumple	EQ 1505 Ampliación.
R6	97,0	96,8	99,3	94,8	116,2	± 2,4	85,0	1,6	5,11	No Cumple	Tolva de Roceado L1.
R7	99,3	99,1	99,9	98,7	117,8	± 2,3	85,0	1,1	7,03	No Cumple	Prensa 7 Ampliación.
R8	100,8	100,5	103,2	98,3	119,2	± 2,3	85,0	0,9	8,60	No Cumple	Post Acondicionador 3.
R9	103,9	103,6	105,2	103,2	121,6	± 2,3	85,0	0,6	13,16	No Cumple	Post Acondicionador Ampliación.
R10	86,0	85,7	86,7	85,6	94,2	± 2,3	85,0	7,2	1,11	No Cumple	Centro de Area.
R11	86,2	85,9	87,9	84,7	106,1	± 2,3	85,0	7,0	1,14	No Cumple	Entre Linea 1-3.
R12	103,9	103,6	105,4	102,5	108,9	± 2,3	85,0	0,6	13,27	No Cumple	Ciclon Secador L2 Nivel 1.
R13	104,4	104,1	105,3	103,7	108,0	± 2,3	85,0	0,6	14,07	No Cumple	Nivel 1 Filtro de Mangas L3.
R14	99,9	99,6	100,7	98,9	116,8	± 2,3	85,0	1,1	7,55	No Cumple	Nivel 1 Ciclon de Secador L5.
R15	103,9	103,6	105,7	102,5	121,4	± 2,3	85,0	0,6	13,18	No Cumple	Nivel 0 Molino Linea 2.
R16	86,4	86,1	91,8	83,7	111,0	± 2,4	85,0	6,9	1,17	No Cumple	Microingredientes.
R17	100,4	100,2	101,6	99,1	117,6	± 2,3	85,0	1,0	8,18	No Cumple	Nivel 5 -Silo Balanza Ampliación
R18	97,5	97,2	98,6	96,7	114,5	± 2,3	85,0	1,5	5,42	No Cumple	Nivel 3A Exclusas.

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 13
Resultados de mediciones bandas de octava

Punto	Ubicación del punto	FRECUENCIA EN (Hz)							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
R1	Silo Balanza.	94,2	92,8	94,5	97,6	94,4	87,8	84,0	80,6
R2	Filtro Conico.	93,2	93,9	98,9	105,8	100,5	93,5	88,0	81,1
R3	Filtros Conicos Ampliación.	94,8	97,1	101,4	104,0	103,4	95,7	90,0	83,2
R4	Tolva Alimentadora de Prensa	93,3	90,6	93,2	93,8	91,5	84,9	80,9	77,3
R5	EQ 1505 Ampliación.	91,0	91,3	98,2	99,0	97,0	90,3	83,2	73,7
R6	Tolva de Roceado L1.	91,7	95,3	95,3	92,9	91,5	85,9	80,3	74,4
R7	Prensa 7 Ampliación.	92,0	96,4	98,0	98,3	95,1	89,5	81,5	74,1
R8	Post Acondicionador 3.	96,4	92,7	93,9	100,0	94,4	90,2	84,4	75,9
R9	Post Acondicionador Ampliación	96,3	97,9	98,2	101,5	101,3	95,1	86,0	75,2
R10	Centro de Area.	74,3	76,0	77,4	79,0	76,7	74,1	64,4	59,5
R11	Entre Linea 1-3.	88,4	81,5	81,0	84,5	80,0	77,5	76,3	74,6
R12	Ciclon Secador L2 Nivel 1.	96,3	85,6	89,3	103,0	95,5	90,5	85,5	76,5
R13	Nivel 1 Filtro de Mangas L3.	90,3	83,3	90,9	98,8	95,0	89,3	80,0	70,5
R14	Nivel 1 Ciclon de Secador L5.	97,3	90,3	93,4	99,0	95,8	91,1	85,4	77,7
R15	Nivel 0 Molino Linea 2.	103,3	93,4	95,0	99,3	99,5	95,1	92,1	84,0
R16	Microingredientes.	81,1	83,8	85,4	82,6	82,9	75,4	67,5	58,5
R17	Nivel 5 -Silo Balanza Ampliac	90,7	91,8	97,2	98,1	97,3	88,8	82,0	73,7
R18	Nivel 3A Exclusas.	89,4	90,6	92,2	94,7	95,1	87,3	80,0	71,9

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Tabla 14
Medición del nivel de presión sonora laboral (silo balanza)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	11:41:59	99,1	11:47:07	97,4	11:52:12	100,4
2	11:42:09	99,1	11:47:17	98,0	11:52:22	100,1
3	11:42:19	98,8	11:47:27	98,2	11:52:32	99,5
4	11:42:29	98,5	11:47:37	98,0	11:52:42	98,9
5	11:42:39	98,5	11:47:47	98,2	11:52:52	98,9
6	11:42:49	98,3	11:47:57	98,1	11:53:02	99,0
7	11:42:59	98,7	11:48:07	98,9	11:53:12	99,8
8	11:43:09	98,7	11:48:17	99,5	11:53:22	99,5
9	11:43:19	98,5	11:48:27	99,7	11:53:32	99,6
10	11:43:29	98,3	11:48:37	99,7	11:53:42	99,6
11	11:43:39	98,4	11:48:47	98,9	11:53:52	99,9
12	11:43:49	98,3	11:48:57	99,0	11:54:02	99,7
13	11:43:59	98,4	11:49:07	98,7	11:54:12	99,7
14	11:44:09	98,4	11:49:17	98,5	11:54:22	99,8
15	11:44:19	98,1	11:49:27	98,5	11:54:32	99,9
16	11:44:29	98,1	11:49:37	98,6	11:54:42	99,8
17	11:44:39	97,7	11:49:47	98,6	11:54:52	99,9
18	11:44:49	99,1	11:49:57	98,4	11:55:02	99,9
19	11:44:59	99,2	11:50:07	98,0	11:55:12	98,9
20	11:45:09	99,1	11:50:17	97,3	11:55:22	98,5
21	11:45:19	98,9	11:50:27	97,3	11:55:32	98,3
22	11:45:29	99,0	11:50:37	97,9	11:55:42	98,3
23	11:45:39	99,0	11:50:47	98,6	11:55:52	98,2
24	11:45:49	99,0	11:50:57	98,7	11:56:02	98,4
25	11:45:59	98,7	11:51:07	98,7	11:56:12	98,5
26	11:46:09	98,6	11:51:17	99,0	11:56:22	100,1
27	11:46:19	98,6	11:51:27	99,2	11:56:32	99,9
28	11:46:29	98,9	11:51:37	99,1	11:56:42	99,7
29	11:46:39	98,5	11:51:47	99,2	11:56:52	99,5
30	11:46:48	98,5	11:51:57	99,6	11:57:02	99,4
Equivalente NPS dB(A)		98,6		98,6		99,4
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						98,9
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:						98,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						100,4
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						97,3
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						116,1
<i>Limite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):</i>						<i>85,0</i>
<i>Tipo de ruido:</i>						<i>Estable</i>

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

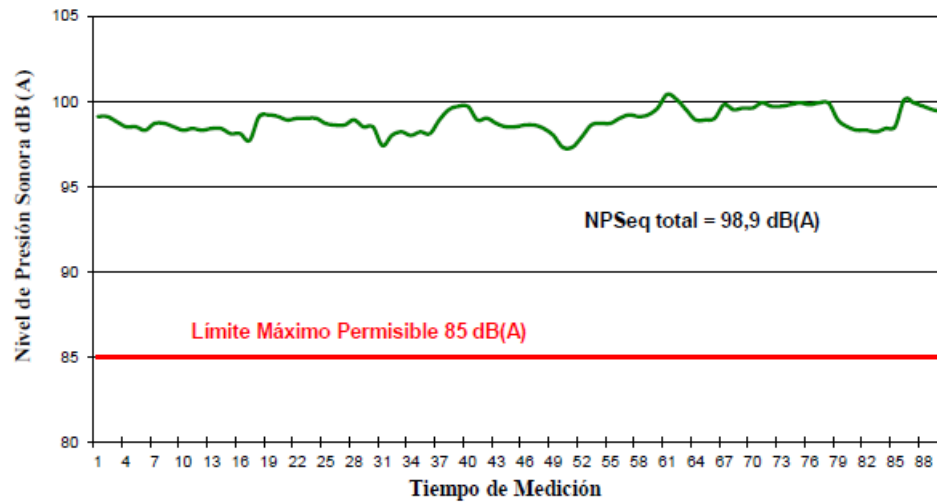


Figura 4.12 Nivel de precisión sonora vs.tiempo de medición (silo balanza)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

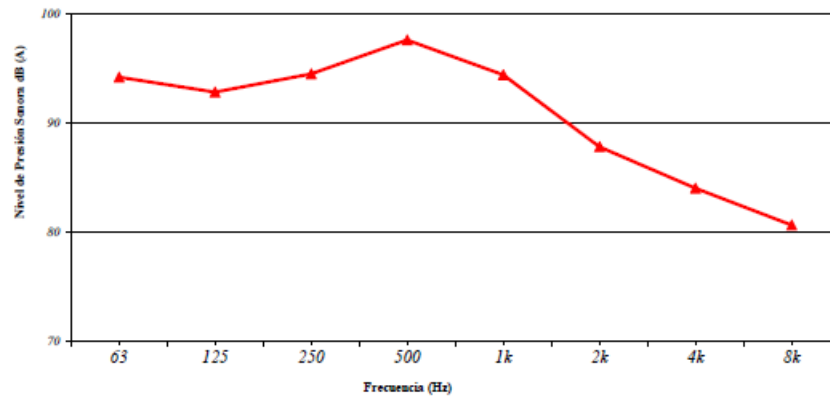


Figura 4.13 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (silo balanza)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 15
Medición del nivel de presión sonora laboral (filtro cónico)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	12:16:14	104,1	12:21:20	104,3	12:26:25	104,3
2	12:16:24	104,8	12:21:30	104,1	12:26:35	104,3
3	12:16:34	105,3	12:21:40	104,0	12:26:45	104,0
4	12:16:44	105,1	12:21:50	104,1	12:26:55	103,6
5	12:16:54	105,0	12:22:00	104,0	12:27:05	103,8
6	12:17:04	105,2	12:22:10	104,0	12:27:15	103,5
7	12:17:14	105,3	12:22:20	104,1	12:27:25	105,4
8	12:17:24	105,3	12:22:30	103,4	12:27:35	106,2
9	12:17:34	105,4	12:22:40	103,6	12:27:45	106,2
10	12:17:44	105,1	12:22:50	103,4	12:27:55	106,3
11	12:17:54	104,6	12:23:00	103,8	12:28:05	106,2
12	12:18:04	104,8	12:23:10	103,5	12:28:15	106,1
13	12:18:14	105,1	12:23:20	103,0	12:28:25	105,9
14	12:18:24	104,5	12:23:30	103,0	12:28:35	106,3
15	12:18:34	103,8	12:23:40	103,2	12:28:45	106,8
16	12:18:44	103,7	12:23:50	103,1	12:28:55	106,5
17	12:18:54	103,7	12:24:00	103,4	12:29:05	106,5
18	12:19:04	103,6	12:24:10	103,5	12:29:15	106,3
19	12:19:14	103,6	12:24:20	103,3	12:29:25	106,4
20	12:19:24	103,7	12:24:30	103,4	12:29:35	106,2
21	12:19:34	103,5	12:24:40	103,5	12:29:45	106,1
22	12:19:44	103,8	12:24:50	103,4	12:29:55	106,4
23	12:19:54	103,6	12:25:00	103,4	12:30:05	106,4
24	12:20:04	103,9	12:25:10	103,2	12:30:15	105,7
25	12:20:14	103,8	12:25:20	103,0	12:30:25	105,3
26	12:20:24	103,5	12:25:30	103,0	12:30:35	105,3
27	12:20:34	103,6	12:25:40	103,0	12:30:45	105,3
28	12:20:44	104,1	12:25:50	103,1	12:30:55	105,9
29	12:20:54	103,9	12:26:00	103,9	12:31:05	105,2
30	12:21:04	104,1	12:26:10	103,8	12:31:15	105,4
Equivalente NPS dB(A)	104,4		103,5		105,7	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					104,6	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:					104,3	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					106,8	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					103,0	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:					121,8	
Limite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):					85,0	
Tipo de ruido:					Estable	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

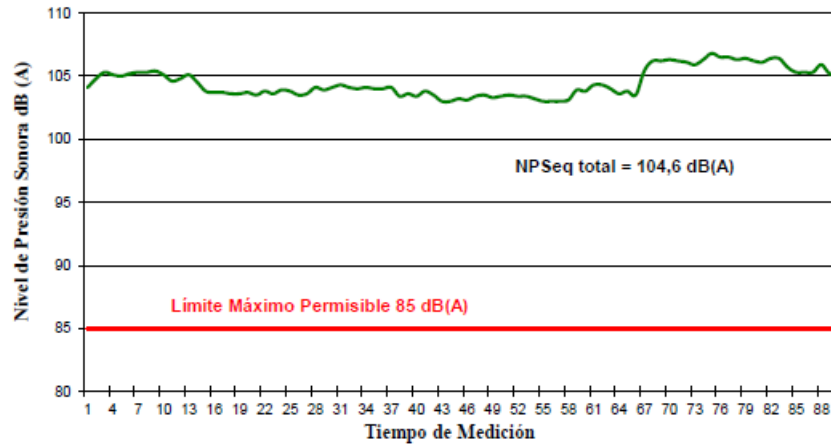


Figura 4.14 Nivel de precisión sonora vs.tiempo de medición (filtro cónico)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

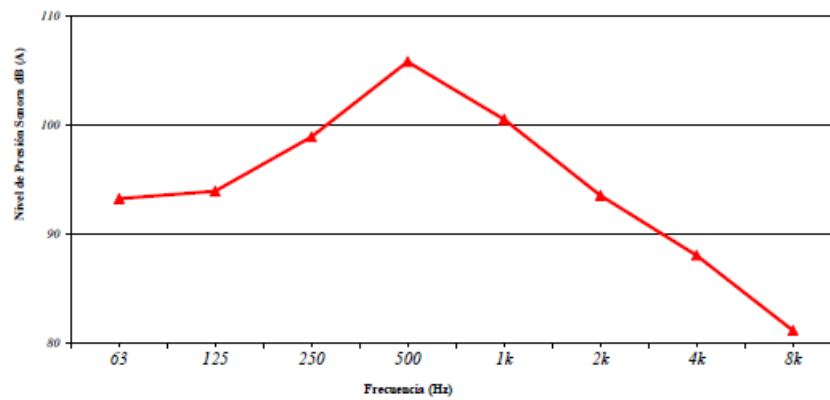


Figura 4.15 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (filtro cónico)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 16
Medición del nivel de presión sonora laboral (filtros cónico ampliación)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	12:33:15	106,7	12:38:28	106,3	12:43:33	106,7
2	12:33:25	106,5	12:38:38	106,6	12:43:43	107,0
3	12:33:35	106,6	12:38:48	106,6	12:43:53	107,2
4	12:33:45	106,5	12:38:58	106,6	12:44:03	107,2
5	12:33:55	106,3	12:39:08	106,1	12:44:13	107,2
6	12:34:05	106,3	12:39:18	105,3	12:44:23	107,2
7	12:34:15	106,7	12:39:28	105,2	12:44:33	106,9
8	12:34:25	106,7	12:39:38	106,5	12:44:43	106,9
9	12:34:35	106,7	12:39:48	107,1	12:44:53	107,1
10	12:34:45	106,7	12:39:58	107,2	12:45:03	106,8
11	12:34:55	107,1	12:40:08	107,1	12:45:13	106,8
12	12:35:05	107,0	12:40:18	107,1	12:45:23	106,5
13	12:35:15	107,1	12:40:28	106,9	12:45:33	107,0
14	12:35:25	106,8	12:40:38	106,7	12:45:43	107,3
15	12:35:35	107,1	12:40:48	107,0	12:45:53	107,3
16	12:35:45	107,0	12:40:58	107,1	12:46:03	107,3
17	12:35:55	106,9	12:41:08	107,1	12:46:13	107,0
18	12:36:05	107,0	12:41:18	107,1	12:46:23	106,3
19	12:36:15	107,0	12:41:28	107,3	12:46:33	106,5
20	12:36:25	107,0	12:41:38	107,6	12:46:43	106,4
21	12:36:35	107,1	12:41:48	107,8	12:46:53	106,4
22	12:36:45	107,3	12:41:58	107,5	12:47:03	106,2
23	12:36:55	107,3	12:42:08	107,2	12:47:13	105,8
24	12:37:05	107,2	12:42:18	107,2	12:47:23	106,2
25	12:37:15	107,5	12:42:28	107,4	12:47:33	106,3
26	12:37:25	107,5	12:42:38	107,2	12:47:43	106,2
27	12:37:35	107,1	12:42:48	106,9	12:47:53	106,4
28	12:37:45	107,0	12:42:58	106,8	12:48:03	106,5
29	12:37:55	106,6	12:43:08	106,5	12:48:13	106,3
30	12:38:05	106,6	12:43:18	106,4	12:48:23	106,2
Equivalente NPS dB(A)		106,9		106,9		106,7
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						106,8
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:						106,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						107,8
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						105,2
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}						125,0
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

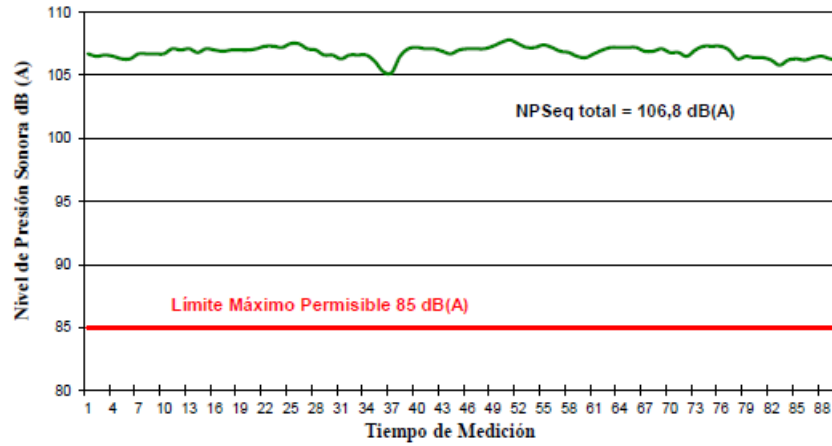


Figura 4.16 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (filtro cónico ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

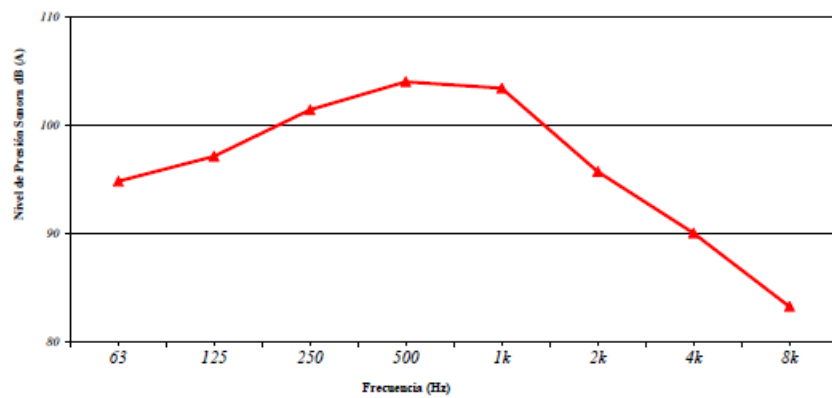


Figura 4.17 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (filtro cónico ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 17
Medición del nivel de presión sonora laboral (tolva alimentadora de prensa)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	12:53:42	95,9	12:58:47	95,7	13:04:00	95,4
2	12:53:52	95,6	12:58:57	95,8	13:04:10	95,5
3	12:54:02	95,7	12:59:07	95,8	13:04:20	95,2
4	12:54:12	95,1	12:59:17	95,6	13:04:30	95,1
5	12:54:22	95,0	12:59:27	95,7	13:04:40	95,0
6	12:54:32	95,4	12:59:37	95,8	13:04:50	94,8
7	12:54:42	95,4	12:59:47	95,7	13:05:00	94,9
8	12:54:52	95,5	12:59:57	95,7	13:05:10	95,3
9	12:55:02	95,5	13:00:07	95,7	13:05:20	95,2
10	12:55:12	95,5	13:00:17	95,5	13:05:30	95,1
11	12:55:22	95,4	13:00:27	95,1	13:05:40	94,8
12	12:55:32	95,5	13:00:37	95,2	13:05:50	94,9
13	12:55:42	95,3	13:00:47	95,5	13:06:00	95,2
14	12:55:52	95,3	13:00:57	95,5	13:06:10	95,3
15	12:56:02	95,3	13:01:07	95,6	13:06:20	95,2
16	12:56:12	95,3	13:01:17	95,4	13:06:30	94,8
17	12:56:22	95,2	13:01:27	95,4	13:06:40	94,8
18	12:56:32	95,0	13:01:37	95,2	13:06:50	94,9
19	12:56:42	95,0	13:01:47	95,2	13:07:00	94,7
20	12:56:52	95,3	13:01:57	95,5	13:07:10	94,9
21	12:57:02	95,5	13:02:07	95,6	13:07:20	95,1
22	12:57:12	95,5	13:02:17	95,4	13:07:30	95,1
23	12:57:22	95,9	13:02:27	95,4	13:07:40	94,9
24	12:57:32	95,8	13:02:37	95,4	13:07:50	95,0
25	12:57:42	96,0	13:02:47	95,6	13:08:00	94,9
26	12:57:52	96,0	13:02:57	95,6	13:08:10	94,8
27	12:58:02	95,9	13:03:07	95,7	13:08:20	95,0
28	12:58:12	95,8	13:03:17	95,6	13:08:30	95,3
29	12:58:22	95,6	13:03:27	95,7	13:08:40	95,1
30	12:58:32	95,8	13:03:37	95,4	13:08:50	94,9
Equivalente NPS dB(A)		95,5		95,5		95,0
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq} :					95,4	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:					95,1	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX} :					96,0	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN} :					94,7	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK} :					115,0	
<i>Límite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):</i>					<i>85,0</i>	
<i>Tipo de ruido:</i>					<i>Estable</i>	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

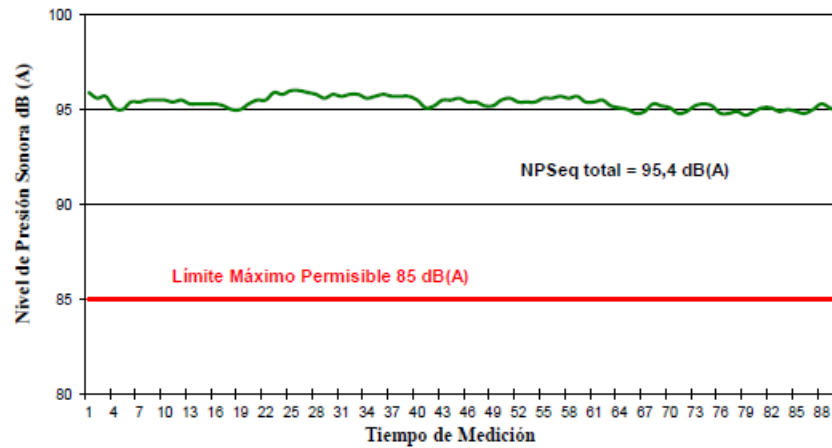


Figura 4.18 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (tolva alimentadora de prensa)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

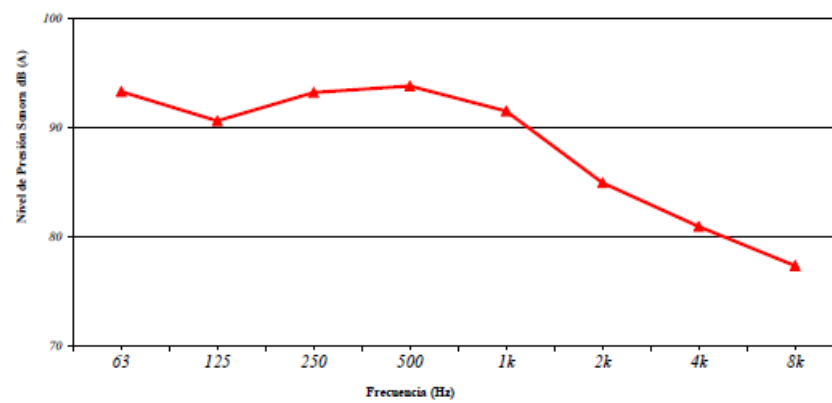


Figura 4.19 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (tolva alimentadora de prensa)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 18
Medición del nivel de presión sonora laboral (EQ 1505 ampliación)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	13:10:43	101,1	13:15:57	100,9	13:21:03	100,4
2	13:10:53	101,0	13:16:07	100,8	13:21:13	100,5
3	13:11:03	101,1	13:16:17	100,8	13:21:23	100,4
4	13:11:13	101,2	13:16:27	100,8	13:21:33	100,5
5	13:11:23	101,0	13:16:37	100,9	13:21:43	100,7
6	13:11:33	100,9	13:16:47	100,8	13:21:53	100,6
7	13:11:43	100,7	13:16:57	100,8	13:22:03	100,7
8	13:11:53	100,7	13:17:07	101,3	13:22:13	100,7
9	13:12:03	100,8	13:17:17	101,2	13:22:23	100,7
10	13:12:13	100,8	13:17:27	101,1	13:22:33	100,8
11	13:12:23	101,0	13:17:37	101,3	13:22:43	100,6
12	13:12:33	101,1	13:17:47	101,3	13:22:53	100,5
13	13:12:43	101,2	13:17:57	101,4	13:23:03	101,0
14	13:12:53	101,4	13:18:07	101,3	13:23:13	101,0
15	13:13:03	101,5	13:18:17	101,2	13:23:23	100,8
16	13:13:13	101,4	13:18:27	101,2	13:23:33	100,8
17	13:13:23	101,5	13:18:37	101,0	13:23:43	100,8
18	13:13:33	101,5	13:18:47	100,9	13:23:53	100,3
19	13:13:43	101,3	13:18:57	100,7	13:24:03	100,1
20	13:13:53	101,2	13:19:07	100,4	13:24:13	100,3
21	13:14:03	101,6	13:19:17	100,7	13:24:23	100,5
22	13:14:13	101,4	13:19:27	100,9	13:24:33	100,2
23	13:14:23	101,5	13:19:37	100,7	13:24:43	100,3
24	13:14:33	101,2	13:19:47	100,8	13:24:53	100,4
25	13:14:43	101,2	13:19:57	100,9	13:25:03	99,7
26	13:14:53	101,4	13:20:07	100,2	13:25:13	99,7
27	13:15:03	101,0	13:20:17	99,6	13:25:23	100,1
28	13:15:13	101,2	13:20:27	100,1	13:25:33	100,1
29	13:15:23	101,0	13:20:37	100,3	13:25:43	100,1
30	13:15:33	100,9	13:20:47	100,1	13:25:53	100,0
Equivalente NPS dB(A)		101,2			100,8	100,5
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq} :					100,8	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:					100,5	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX} :					101,6	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN} :					99,6	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK} :					119,1	
<i>Limite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):</i>					<i>85,0</i>	
<i>Tipo de ruido:</i>					<i>Estable</i>	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

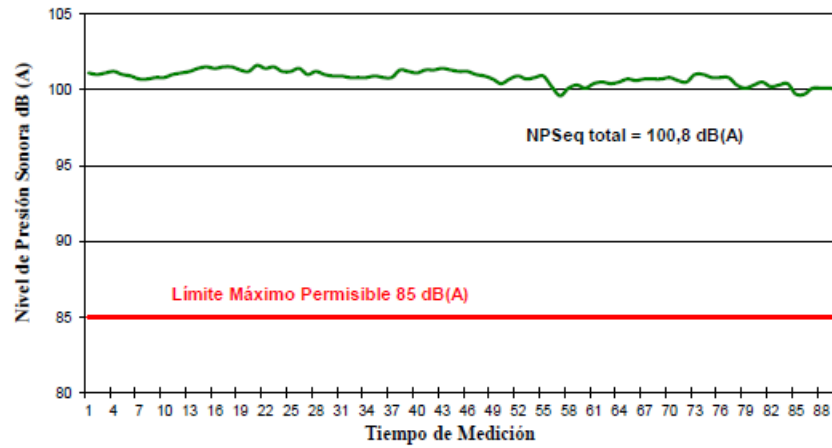


Figura 4.20 Nivel de precisión sonora vs.tiempo de medición (EQ 1505 ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

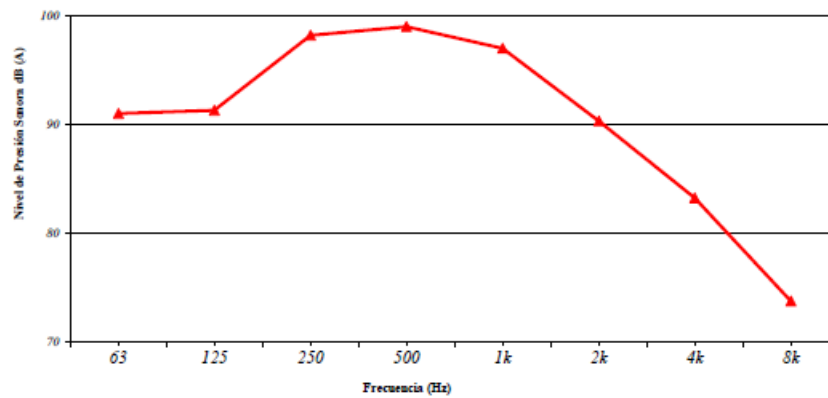


Figura 4.21 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (EQ 1505 ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 19
Medición del nivel de presión sonora laboral (tolva de rociado L1.)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	14:54:21	96,6	14:59:27	97,1	15:04:34	96,7
2	14:54:31	96,7	14:59:37	98,2	15:04:44	96,7
3	14:54:41	96,9	14:59:47	97,7	15:04:54	96,8
4	14:54:51	96,9	14:59:57	97,7	15:05:04	97,0
5	14:55:01	97,7	15:00:07	97,6	15:05:14	96,3
6	14:55:11	98,1	15:00:17	97,9	15:05:24	96,9
7	14:55:21	98,1	15:00:27	96,0	15:05:34	96,6
8	14:55:31	98,3	15:00:37	95,4	15:05:44	95,5
9	14:55:41	98,3	15:00:47	95,6	15:05:54	95,3
10	14:55:51	99,1	15:00:57	97,0	15:06:04	96,4
11	14:56:01	99,0	15:01:07	96,8	15:06:14	95,6
12	14:56:11	99,2	15:01:17	97,0	15:06:24	95,6
13	14:56:21	99,2	15:01:27	97,2	15:06:34	96,3
14	14:56:31	99,2	15:01:37	97,0	15:06:44	96,3
15	14:56:41	99,0	15:01:47	96,9	15:06:54	96,9
16	14:56:51	97,7	15:01:57	97,4	15:07:04	96,9
17	14:57:01	97,8	15:02:07	97,6	15:07:14	96,3
18	14:57:11	97,7	15:02:17	96,7	15:07:24	95,5
19	14:57:21	97,4	15:02:27	96,6	15:07:34	95,5
20	14:57:31	98,4	15:02:37	97,0	15:07:44	95,5
21	14:57:41	99,3	15:02:47	97,7	15:07:54	95,1
22	14:57:51	99,0	15:02:57	97,9	15:08:04	95,1
23	14:58:01	98,9	15:03:07	97,2	15:08:14	95,0
24	14:58:11	97,8	15:03:17	97,4	15:08:24	95,1
25	14:58:21	97,3	15:03:27	96,2	15:08:34	95,0
26	14:58:31	97,9	15:03:37	95,5	15:08:44	95,0
27	14:58:41	97,9	15:03:47	94,9	15:08:54	94,8
28	14:58:51	98,0	15:03:57	95,2	15:09:04	94,8
29	14:59:01	96,8	15:04:07	95,5	15:09:14	94,8
30	14:59:11	95,9	15:04:17	95,8	15:09:24	94,8
Equivalente NPS dB(A)	98,1		96,9		95,9	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					97,0	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8H}:					96,8	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					99,3	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					94,8	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}					116,2	
Límite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):					85,0	
Tipo de ruido:					Estable	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

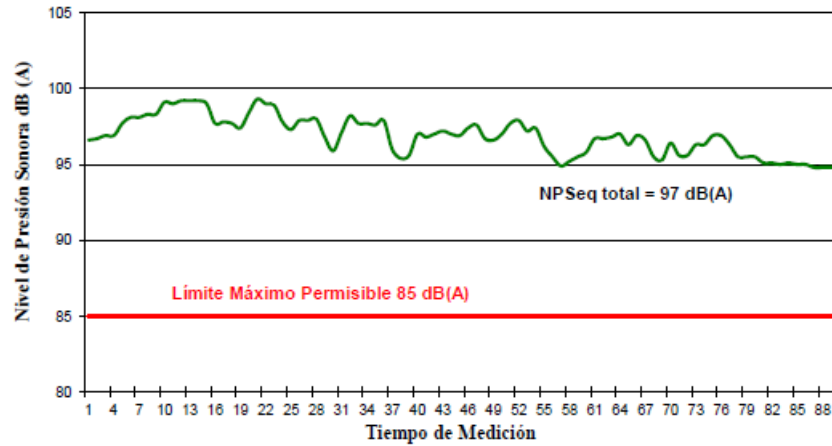


Figura 4.22 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (tolva de rociado L1.)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

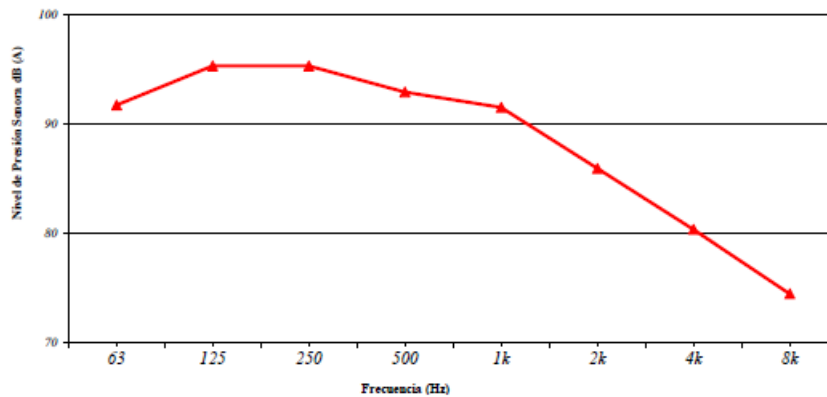


Figura 4.23 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (tolva de rociado L1.)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 20
Medición del nivel de presión sonora laboral (prensa 7 ampliación)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	15:11:29	99,9	15:16:39	99,6	15:21:45	99,1
2	15:11:39	99,9	15:16:49	99,7	15:21:55	99,0
3	15:11:49	99,8	15:16:59	99,9	15:22:05	99,2
4	15:11:59	99,6	15:17:09	99,9	15:22:15	99,1
5	15:12:09	99,5	15:17:19	99,9	15:22:25	98,9
6	15:12:19	99,7	15:17:29	99,9	15:22:35	98,7
7	15:12:29	99,5	15:17:39	99,6	15:22:45	98,7
8	15:12:39	99,6	15:17:49	99,4	15:22:55	98,9
9	15:12:49	99,5	15:17:59	99,5	15:23:05	98,9
10	15:12:59	99,5	15:18:09	99,5	15:23:15	98,8
11	15:13:09	99,5	15:18:19	99,6	15:23:25	98,7
12	15:13:19	99,6	15:18:29	99,5	15:23:35	98,8
13	15:13:29	99,6	15:18:39	99,4	15:23:45	99,0
14	15:13:39	99,5	15:18:49	99,3	15:23:55	99,1
15	15:13:49	99,5	15:18:59	99,3	15:24:05	99,1
16	15:13:59	99,6	15:19:09	99,2	15:24:15	99,3
17	15:14:09	99,6	15:19:19	99,1	15:24:25	99,2
18	15:14:19	99,6	15:19:29	99,0	15:24:35	99,3
19	15:14:29	99,6	15:19:39	99,1	15:24:45	99,3
20	15:14:39	99,3	15:19:49	99,1	15:24:55	99,3
21	15:14:49	99,4	15:19:59	99,2	15:25:05	99,4
22	15:14:59	99,7	15:20:09	99,1	15:25:15	99,4
23	15:15:09	99,6	15:20:19	99,1	15:25:25	99,3
24	15:15:19	99,6	15:20:29	99,0	15:25:35	99,2
25	15:15:29	99,8	15:20:39	99,1	15:25:45	99,1
26	15:15:39	99,5	15:20:49	99,0	15:25:55	99,0
27	15:15:49	99,3	15:20:59	99,1	15:26:05	99,2
28	15:15:59	99,3	15:21:09	99,2	15:26:15	99,2
29	15:16:09	99,4	15:21:19	99,2	15:26:25	99,0
30	15:16:19	99,3	15:21:29	99,3	15:26:35	99,2
Equivalente NPS dB(A)		99,6		99,4		99,1
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						99,3
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8H}:						99,1
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						99,9
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						98,7
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						117,8
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

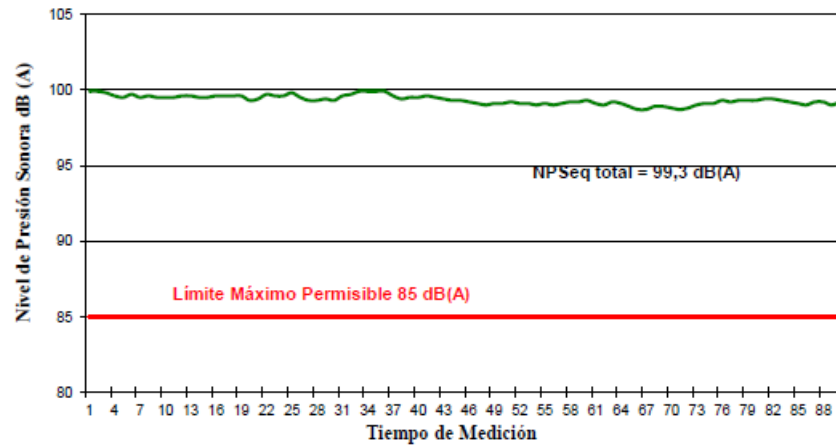


Figura 4.24 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (prensa 7 ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

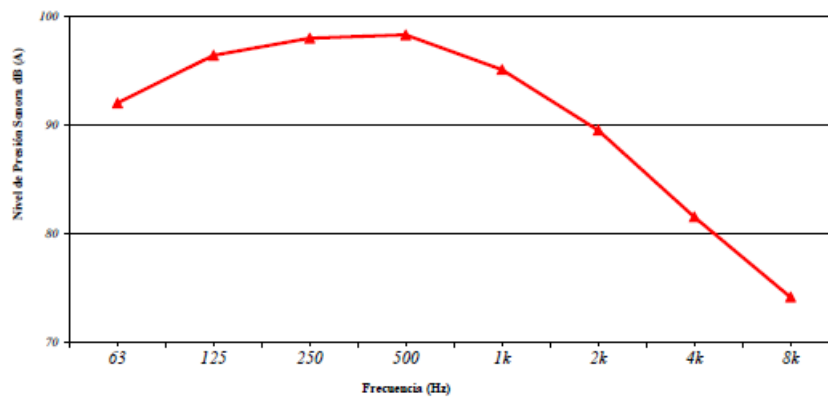


Figura 4.25 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (prensa 7 ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 21
Medición del nivel de presión sonora laboral (post acondicionador 3)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	15:29:39	98,6	15:34:44	99,8	15:39:50	102,6
2	15:29:49	98,7	15:34:54	100,2	15:40:00	100,5
3	15:29:59	98,3	15:35:04	99,7	15:40:10	100,5
4	15:30:09	98,9	15:35:14	99,8	15:40:20	99,9
5	15:30:19	98,9	15:35:24	100,2	15:40:30	99,8
6	15:30:29	98,8	15:35:34	101,0	15:40:40	100,0
7	15:30:39	98,5	15:35:44	101,3	15:40:50	99,6
8	15:30:49	98,8	15:35:54	101,7	15:41:00	99,8
9	15:30:59	99,1	15:36:04	101,6	15:41:10	99,4
10	15:31:09	99,1	15:36:14	102,1	15:41:20	98,9
11	15:31:19	99,4	15:36:24	102,0	15:41:30	99,5
12	15:31:29	99,1	15:36:34	102,3	15:41:40	99,6
13	15:31:39	99,9	15:36:44	102,6	15:41:50	99,4
14	15:31:49	99,1	15:36:54	101,9	15:42:00	99,3
15	15:31:59	99,5	15:37:04	101,3	15:42:10	101,0
16	15:32:09	99,7	15:37:14	101,8	15:42:20	101,9
17	15:32:19	99,6	15:37:24	102,2	15:42:30	102,1
18	15:32:29	99,4	15:37:34	103,2	15:42:40	102,4
19	15:32:39	99,4	15:37:44	102,6	15:42:50	102,6
20	15:32:49	99,4	15:37:54	102,5	15:43:00	102,2
21	15:32:59	99,1	15:38:04	102,5	15:43:10	102,3
22	15:33:09	99,2	15:38:14	102,2	15:43:20	102,0
23	15:33:19	99,2	15:38:24	102,6	15:43:30	102,5
24	15:33:29	99,1	15:38:34	102,6	15:43:40	102,6
25	15:33:39	99,9	15:38:44	102,3	15:43:50	101,6
26	15:33:49	99,9	15:38:54	102,4	15:44:00	99,5
27	15:33:59	99,6	15:39:04	102,5	15:44:10	99,2
28	15:34:09	99,6	15:39:14	102,3	15:44:20	99,4
29	15:34:19	100,1	15:39:24	102,3	15:44:30	99,6
30	15:34:29	99,9	15:39:34	102,4	15:44:40	100,1
Equivalente NPS dB(A)		99,3		101,9		100,9
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					100,8	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:					100,5	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					103,2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					98,3	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:					119,2	
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):					85,0	
Tipo de ruido:					Estable	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

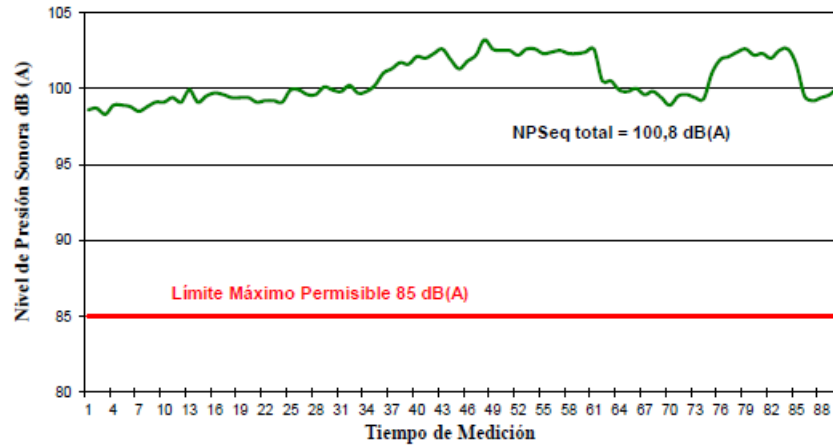


Figura 4.26 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (post acondicionador 3)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

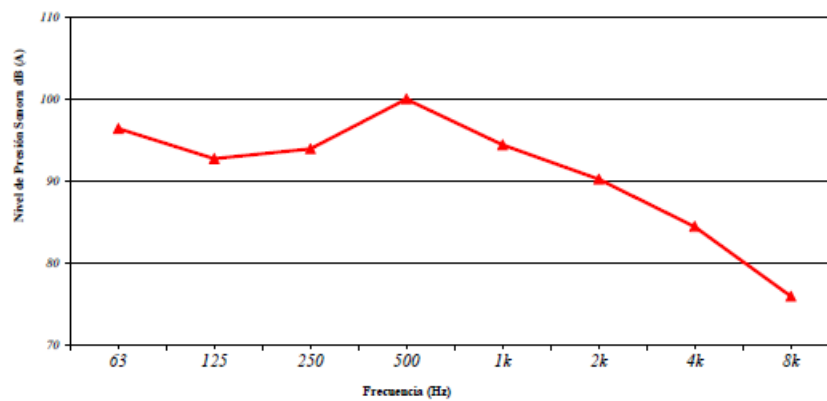


Figura 4.27 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (post acondicionador 3)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 22
Medición del nivel de presión sonora laboral (post acondicionador ampliación)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	15:47:26	103,4	15:53:04	103,4	15:58:09	104,7
2	15:47:36	103,3	15:53:14	103,5	15:58:19	104,0
3	15:47:46	103,4	15:53:24	103,4	15:58:29	103,4
4	15:47:56	103,6	15:53:34	103,5	15:58:39	103,6
5	15:48:06	103,6	15:53:44	103,6	15:58:49	103,5
6	15:48:16	103,7	15:53:54	103,9	15:58:59	103,6
7	15:48:26	103,7	15:54:04	103,7	15:59:09	103,5
8	15:48:36	103,7	15:54:14	103,8	15:59:19	103,4
9	15:48:46	103,5	15:54:24	103,8	15:59:29	103,4
10	15:48:56	103,6	15:54:34	103,8	15:59:39	103,4
11	15:49:06	103,6	15:54:44	103,8	15:59:49	103,5
12	15:49:16	103,7	15:54:54	103,7	15:59:59	103,4
13	15:49:26	103,7	15:55:04	103,8	16:00:09	103,4
14	15:49:36	103,9	15:55:14	103,8	16:00:19	103,5
15	15:49:46	103,7	15:55:24	103,9	16:00:29	103,4
16	15:49:56	103,6	15:55:34	103,9	16:00:39	103,5
17	15:50:06	103,4	15:55:44	103,9	16:00:49	103,5
18	15:50:16	103,4	15:55:54	103,8	16:00:59	104,5
19	15:50:26	103,4	15:56:04	103,8	16:01:09	105,0
20	15:50:36	103,9	15:56:14	103,7	16:01:19	104,9
21	15:50:46	103,4	15:56:24	104,1	16:01:29	104,3
22	15:50:56	103,2	15:56:34	105,2	16:01:39	104,1
23	15:51:06	103,3	15:56:44	105,2	16:01:49	103,9
24	15:51:16	103,5	15:56:54	105,2	16:01:59	104,0
25	15:51:26	103,8	15:57:04	105,2	16:02:09	103,8
26	15:51:36	104,2	15:57:14	104,8	16:02:19	104,1
27	15:51:46	103,7	15:57:24	104,6	16:02:29	103,8
28	15:51:56	103,4	15:57:34	104,8	16:02:39	104,0
29	15:52:06	103,4	15:57:44	105,2	16:02:49	103,8
30	15:52:16	103,5	15:57:54	105,0	16:02:59	103,8
Equivalente NPS dB(A)		103,6		104,2		103,8
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq} :						103,9
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:						103,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX} :						105,2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN} :						103,2
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK} :						121,6
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

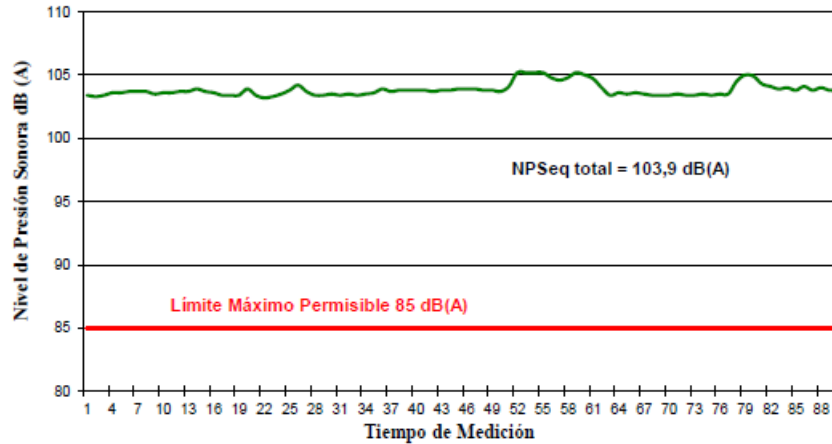


Figura 4.28 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (post acondicionador ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

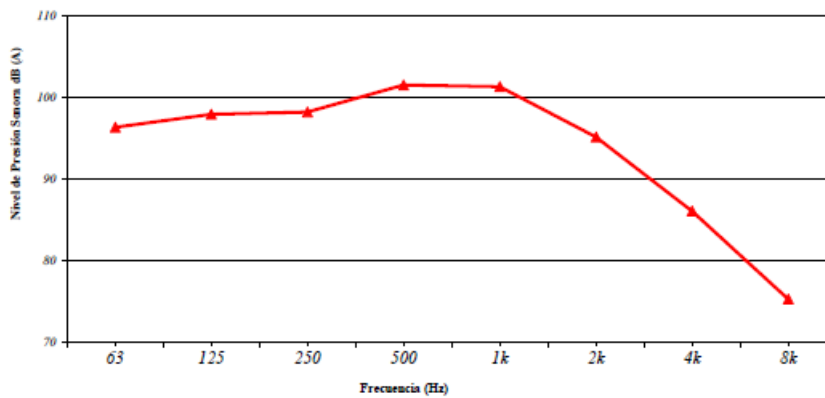


Figura 4.29 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (post acondicionador ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 23
Medición del nivel de presión sonora laboral (centro de área)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	9:38:41	86,0	9:45:14	85,9	9:51:10	85,9
2	9:38:51	86,2	9:45:24	85,9	9:51:20	85,8
3	9:39:01	86,5	9:45:34	86,0	9:51:30	85,8
4	9:39:11	86,4	9:45:44	85,8	9:51:40	85,8
5	9:39:21	86,5	9:45:54	85,9	9:51:50	85,9
6	9:39:31	86,5	9:46:04	85,9	9:52:00	85,9
7	9:39:41	86,7	9:46:14	86,0	9:52:10	85,9
8	9:39:51	86,5	9:46:24	85,8	9:52:20	85,8
9	9:40:01	86,4	9:46:34	86,0	9:52:30	85,7
10	9:40:11	85,9	9:46:44	86,0	9:52:40	85,8
11	9:40:21	86,1	9:46:54	86,0	9:52:50	85,8
12	9:40:31	86,2	9:47:04	86,1	9:53:00	85,7
13	9:40:41	86,0	9:47:14	86,0	9:53:10	85,7
14	9:40:51	86,2	9:47:24	86,2	9:53:20	86,0
15	9:41:01	86,2	9:47:34	86,1	9:53:30	86,0
16	9:41:11	86,2	9:47:44	86,0	9:53:40	86,0
17	9:41:21	86,1	9:47:54	86,2	9:53:50	85,8
18	9:41:31	86,1	9:48:04	86,0	9:54:00	86,1
19	9:41:41	86,3	9:48:14	85,9	9:54:10	85,9
20	9:41:51	86,0	9:48:24	86,0	9:54:20	85,7
21	9:42:01	86,3	9:48:34	85,9	9:54:30	86,0
22	9:42:11	86,0	9:48:44	86,2	9:54:40	85,8
23	9:42:21	86,1	9:48:54	85,9	9:54:50	85,8
24	9:42:31	86,0	9:49:04	85,9	9:55:00	85,6
25	9:42:41	86,0	9:49:14	86,0	9:55:10	85,8
26	9:42:51	86,1	9:49:24	85,8	9:55:20	85,8
27	9:43:01	86,2	9:49:34	85,8	9:55:30	85,6
28	9:43:11	86,3	9:49:44	85,7	9:55:40	85,6
29	9:43:21	86,3	9:49:54	85,8	9:55:50	85,8
30	9:43:31	86,4	9:50:04	85,7	9:56:00	85,7
Equivalente NPS dB(A)		86,2		85,9		85,8
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq} :					86,0	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:					85,7	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX} :					86,7	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN} :					85,6	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK} :					94,2	
<i>Limite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):</i>					<i>85,0</i>	
<i>Tipo de ruido:</i>					<i>Estable</i>	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

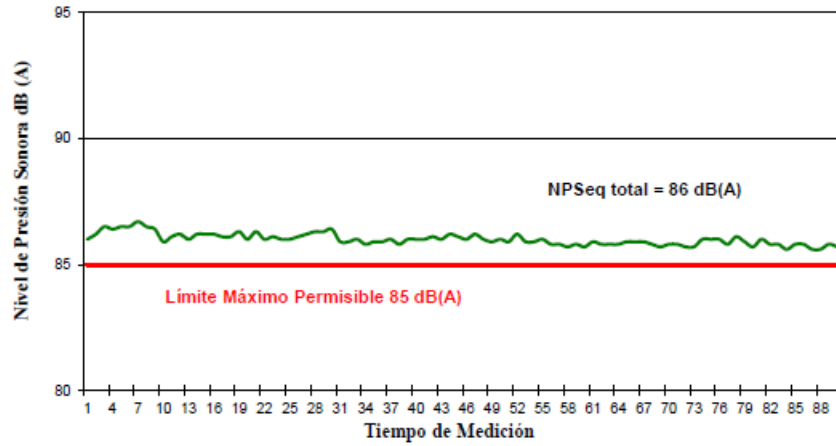


Figura 4.30 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (centro de área)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

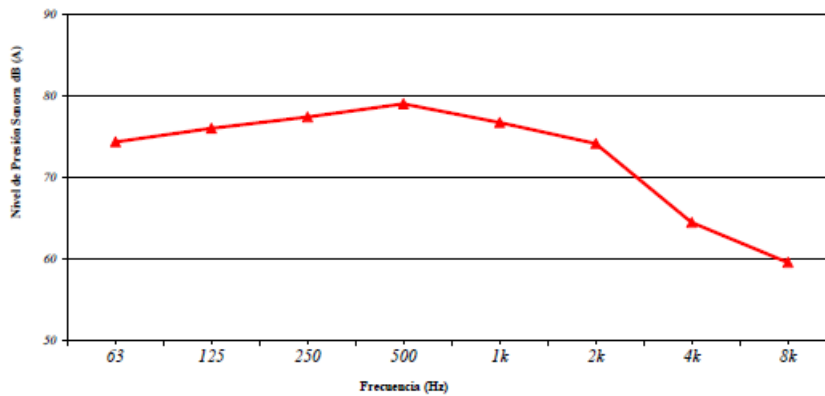


Figura 4.31 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (centro de área)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 24
Medición del nivel de presión sonora laboral (entre línea 1-3)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	9:53:54	85,9	9:59:01	86,5	10:04:09	84,9
2	9:54:04	85,4	9:59:11	86,5	10:04:19	84,7
3	9:54:14	86,0	9:59:21	86,4	10:04:29	84,7
4	9:54:24	86,3	9:59:31	86,0	10:04:39	85,4
5	9:54:34	85,8	9:59:41	86,6	10:04:49	86,0
6	9:54:44	86,0	9:59:51	86,3	10:04:59	86,3
7	9:54:54	85,4	10:00:01	86,8	10:05:09	86,9
8	9:55:04	85,9	10:00:11	86,8	10:05:19	86,6
9	9:55:14	86,2	10:00:21	86,7	10:05:29	87,9
10	9:55:24	85,5	10:00:31	87,1	10:05:39	86,9
11	9:55:34	85,8	10:00:41	86,7	10:05:49	86,7
12	9:55:44	85,1	10:00:51	86,1	10:05:59	86,5
13	9:55:54	85,9	10:01:01	86,1	10:06:09	86,4
14	9:56:04	85,6	10:01:11	86,1	10:06:19	86,3
15	9:56:14	85,3	10:01:21	86,1	10:06:29	85,9
16	9:56:24	86,2	10:01:31	85,9	10:06:39	86,1
17	9:56:34	85,9	10:01:41	86,3	10:06:49	85,7
18	9:56:44	86,7	10:01:51	85,9	10:06:59	85,5
19	9:56:54	86,5	10:02:01	86,5	10:07:09	86,2
20	9:57:04	86,1	10:02:11	87,0	10:07:19	86,1
21	9:57:14	86,4	10:02:21	87,1	10:07:29	85,7
22	9:57:24	86,5	10:02:31	86,6	10:07:39	86,0
23	9:57:34	86,7	10:02:41	86,3	10:07:49	86,0
24	9:57:44	86,6	10:02:51	86,3	10:07:59	86,5
25	9:57:54	86,3	10:03:01	86,9	10:08:09	86,1
26	9:58:04	86,1	10:03:11	86,5	10:08:19	86,0
27	9:58:14	86,8	10:03:21	86,6	10:08:29	85,2
28	9:58:24	86,7	10:03:31	86,4	10:08:39	85,7
29	9:58:34	86,6	10:03:41	84,9	10:08:49	86,1
30	9:58:44	86,9	10:03:51	84,9	10:08:59	86,1
Equivalente NPS dB(A)		86,1			86,4	86,1
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq} :					86,2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:					85,9	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX} :					87,9	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN} :					84,7	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK} :					106,1	
<i>Limite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):</i>					<i>85,0</i>	
<i>Tipo de ruido:</i>					<i>Estable</i>	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

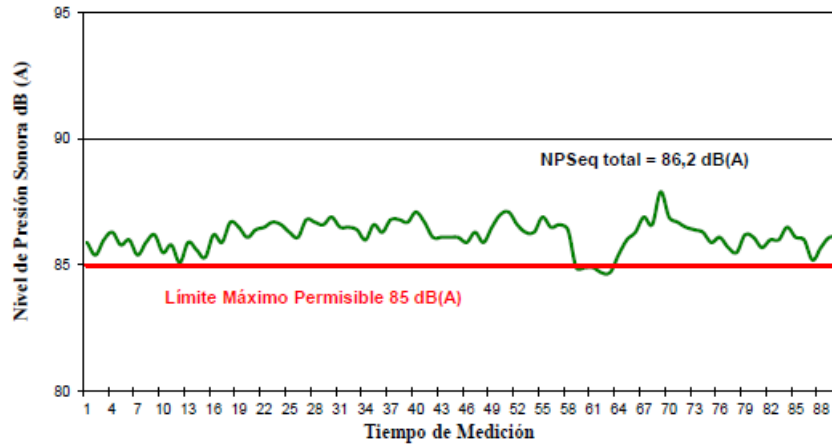


Figura 4.32 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (entre línea 1-3)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

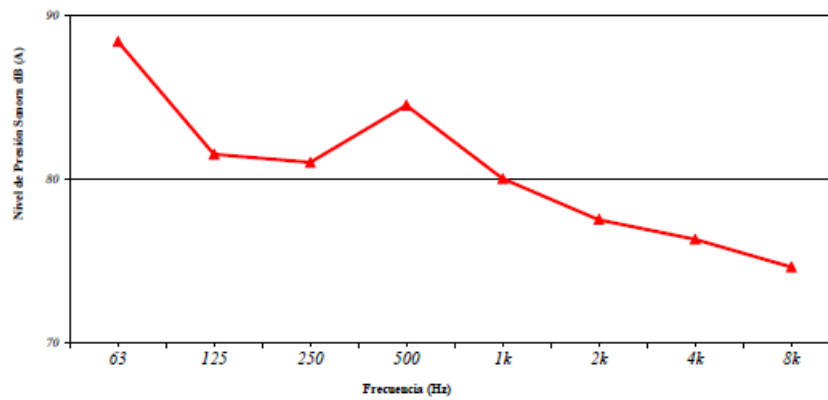


Figura 4.33 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (entre línea 1-3)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 25
Medición del nivel de presión sonora laboral (ciclón secador L2 nivel 1)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	10:50:59	102,7	10:56:02	103,8	11:01:05	103,6
2	10:51:09	103,3	10:56:12	103,8	11:01:15	104,1
3	10:51:19	103,9	10:56:22	103,1	11:01:25	104,7
4	10:51:29	103,9	10:56:32	103,9	11:01:35	104,2
5	10:51:39	102,9	10:56:42	104,2	11:01:45	103,8
6	10:51:49	103,2	10:56:52	104,6	11:01:55	104,9
7	10:51:59	103,4	10:57:02	104,4	11:02:05	104,8
8	10:52:09	103,7	10:57:12	104,1	11:02:15	104,8
9	10:52:19	103,9	10:57:22	104,3	11:02:25	104,1
10	10:52:29	103,4	10:57:32	104,2	11:02:35	104,8
11	10:52:39	103,5	10:57:42	104,3	11:02:45	104,5
12	10:52:49	105,0	10:57:52	104,0	11:02:55	104,6
13	10:52:59	105,4	10:58:02	104,3	11:03:05	103,2
14	10:53:09	104,9	10:58:12	103,7	11:03:15	104,5
15	10:53:19	104,7	10:58:22	103,2	11:03:25	104,2
16	10:53:29	104,7	10:58:32	104,1	11:03:35	103,5
17	10:53:39	104,5	10:58:42	103,4	11:03:45	104,7
18	10:53:49	104,4	10:58:52	103,3	11:03:55	104,5
19	10:53:59	102,9	10:59:02	104,0	11:04:05	105,3
20	10:54:09	103,4	10:59:12	103,8	11:04:15	103,7
21	10:54:19	103,3	10:59:22	104,5	11:04:25	103,3
22	10:54:29	104,2	10:59:32	104,0	11:04:35	102,8
23	10:54:39	104,5	10:59:42	103,2	11:04:45	104,0
24	10:54:49	103,4	10:59:52	103,9	11:04:55	104,6
25	10:54:59	102,7	11:00:02	104,6	11:05:05	104,5
26	10:55:09	102,5	11:00:12	104,2	11:05:15	104,1
27	10:55:19	102,9	11:00:22	104,0	11:05:25	103,2
28	10:55:29	103,1	11:00:32	102,9	11:05:35	102,8
29	10:55:39	104,0	11:00:42	102,7	11:05:45	102,8
30	10:55:49	103,1	11:00:52	102,9	11:05:55	103,4
Equivalente NPS dB(A)	103,8		103,9		104,1	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						103,9
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8H}:						103,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						105,4
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						102,5
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						108,9
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

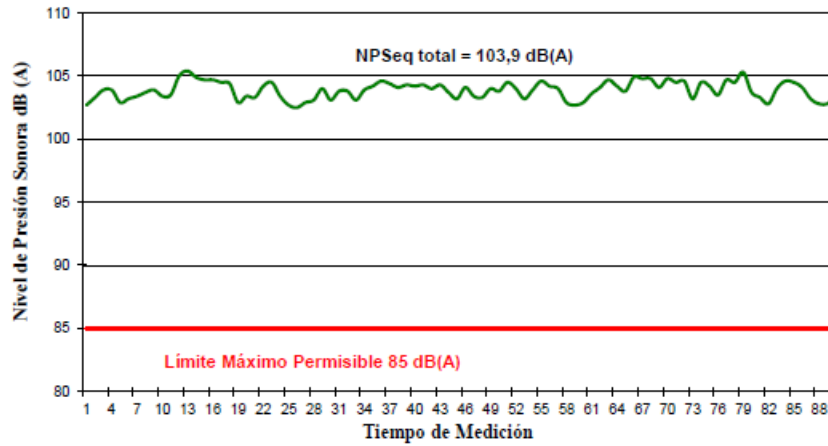


Figura 4.34 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (ciclón secador I2 nivel 1)

Fuente: Estudio de Ruido Deproinsa

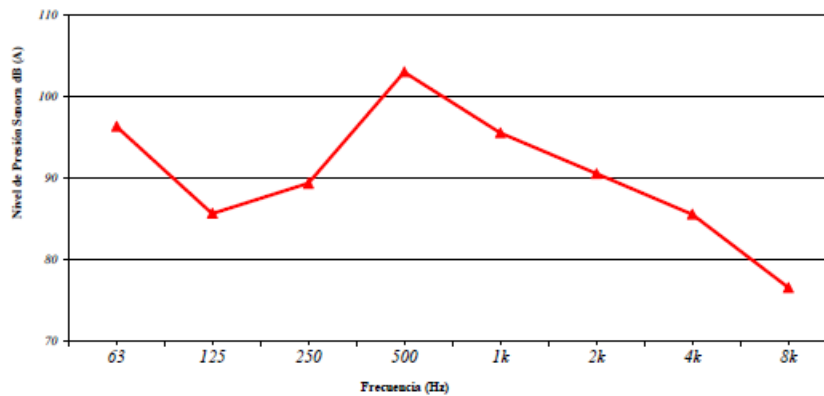


Figura 4.35 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (ciclón secador L2 nivel 1)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 26
Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 1 filtro de mangas L3)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	11:12:23	104,1	11:17:27	104,4	11:22:30	104,2
2	11:12:33	105,0	11:17:37	104,2	11:22:40	104,7
3	11:12:43	105,3	11:17:47	104,2	11:22:50	104,7
4	11:12:53	105,1	11:17:57	104,2	11:23:00	104,6
5	11:13:03	104,9	11:18:07	104,1	11:23:10	104,4
6	11:13:13	104,7	11:18:17	104,4	11:23:20	104,6
7	11:13:23	104,7	11:18:27	104,5	11:23:30	104,5
8	11:13:33	104,4	11:18:37	104,4	11:23:40	104,1
9	11:13:43	104,7	11:18:47	104,1	11:23:50	104,0
10	11:13:53	104,7	11:18:57	104,1	11:24:00	104,2
11	11:14:03	104,6	11:19:07	104,1	11:24:10	104,2
12	11:14:13	104,4	11:19:17	104,1	11:24:20	104,5
13	11:14:23	104,2	11:19:27	104,3	11:24:30	104,3
14	11:14:33	104,1	11:19:37	104,3	11:24:40	104,7
15	11:14:43	104,1	11:19:47	104,5	11:24:50	104,2
16	11:14:53	104,2	11:19:57	104,5	11:25:00	103,9
17	11:15:03	104,2	11:20:07	104,0	11:25:10	103,9
18	11:15:13	104,2	11:20:17	104,0	11:25:20	104,5
19	11:15:23	104,4	11:20:27	104,1	11:25:30	104,5
20	11:15:33	104,4	11:20:37	104,3	11:25:40	104,6
21	11:15:43	104,4	11:20:47	104,2	11:25:50	104,8
22	11:15:53	104,3	11:20:57	103,8	11:26:00	105,1
23	11:16:03	104,3	11:21:07	104,2	11:26:10	105,1
24	11:16:13	104,0	11:21:17	104,5	11:26:20	104,9
25	11:16:23	104,1	11:21:27	104,2	11:26:30	105,3
26	11:16:33	104,3	11:21:37	104,1	11:26:40	104,4
27	11:16:43	104,2	11:21:47	104,5	11:26:50	104,3
28	11:16:53	103,9	11:21:57	104,2	11:27:00	103,8
29	11:17:03	104,0	11:22:07	103,8	11:27:10	103,9
30	11:17:13	104,1	11:22:17	103,7	11:27:20	103,9
Equivalente NPS dB(A)	104,4		104,2		104,4	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						104,4
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:						104,1
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						105,3
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						103,7
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						108,0
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

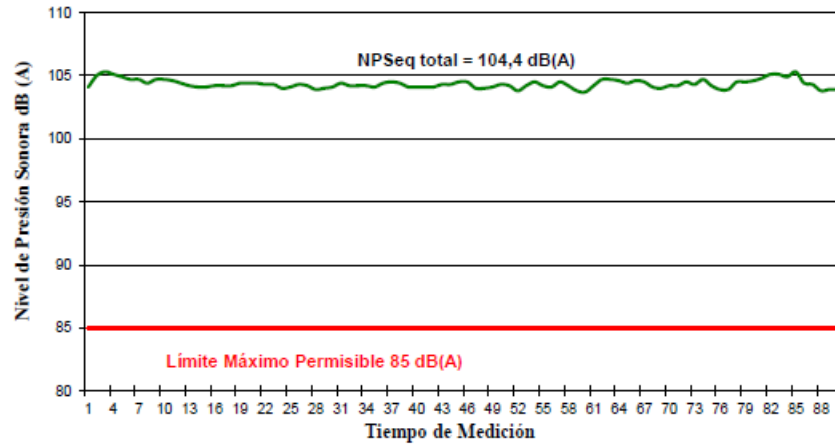


Figura 4.36 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 1 filtro de mangas L3)

Fuente: Estudio de Ruido Deproinsa

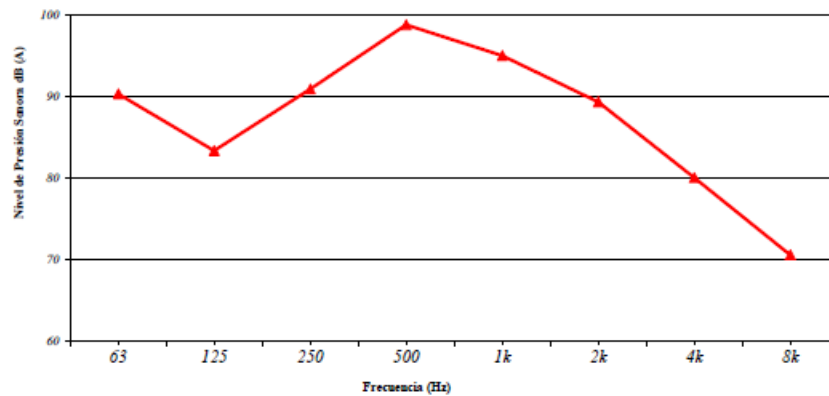


Figura 4.37 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 1 filtro de mangas L3)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 27
Medición del nivel de presión sonora laboral (Nivel 1 Ciclón de Secador L5)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	11:10:36	100,0	11:15:42	99,3	11:22:10	100,0
2	11:10:46	100,7	11:15:52	99,0	11:22:20	100,0
3	11:10:56	100,4	11:16:02	98,9	11:22:30	100,1
4	11:11:06	100,2	11:16:12	99,3	11:22:40	100,2
5	11:11:16	100,1	11:16:22	99,0	11:22:50	100,3
6	11:11:26	100,2	11:16:32	99,0	11:23:00	100,3
7	11:11:36	99,8	11:16:42	99,6	11:23:10	100,3
8	11:11:46	99,8	11:16:52	99,5	11:23:20	100,5
9	11:11:56	99,8	11:17:02	99,5	11:23:30	100,2
10	11:12:06	99,8	11:17:12	99,5	11:23:40	100,3
11	11:12:16	99,8	11:17:22	99,7	11:23:50	100,0
12	11:12:26	99,6	11:17:32	99,6	11:24:00	99,9
13	11:12:36	100,0	11:17:42	99,5	11:24:10	100,5
14	11:12:46	99,8	11:17:52	99,7	11:24:20	100,4
15	11:12:56	100,2	11:18:02	99,6	11:24:30	100,7
16	11:13:06	100,1	11:18:12	99,4	11:24:40	100,2
17	11:13:16	99,8	11:18:22	99,4	11:24:50	100,6
18	11:13:26	99,8	11:18:32	99,5	11:25:00	100,4
19	11:13:36	100,0	11:18:42	99,3	11:25:10	100,5
20	11:13:46	99,4	11:18:52	99,1	11:25:20	100,7
21	11:13:56	99,7	11:19:02	99,2	11:25:30	100,0
22	11:14:06	100,0	11:19:12	99,0	11:25:40	100,0
23	11:14:16	100,3	11:19:22	99,2	11:25:50	100,3
24	11:14:26	99,9	11:19:32	99,4	11:26:00	100,2
25	11:14:36	99,9	11:19:42	99,5	11:26:10	100,2
26	11:14:46	99,7	11:21:14	99,7	11:26:20	100,4
27	11:14:56	99,9	11:21:24	100,3	11:26:30	99,9
28	11:15:06	99,7	11:21:34	99,9	11:26:40	99,6
29	11:15:16	99,2	11:21:44	99,7	11:26:50	99,8
30	11:15:26	99,2	11:21:54	99,5	11:27:00	99,7
Equivalente NPS dB(A)	99,9		99,4		100,2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						99,9
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:						99,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						100,7
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						98,9
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						116,8
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

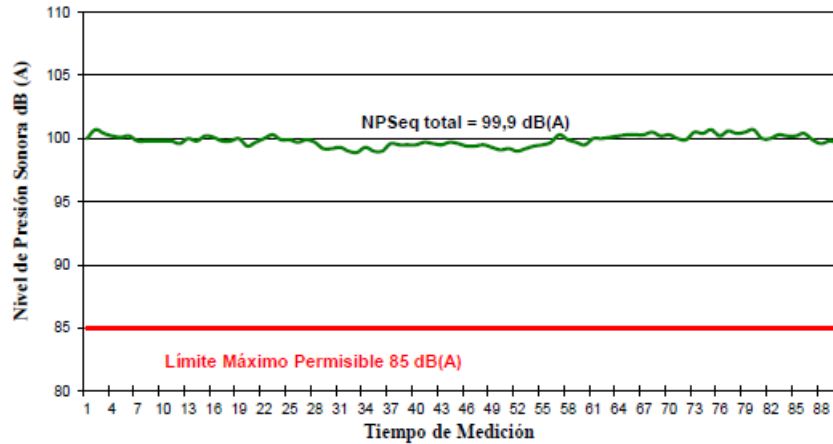


Figura 4.38 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 1 ciclón de secador L5)

Fuente: Estudio de Ruido Deproinsa

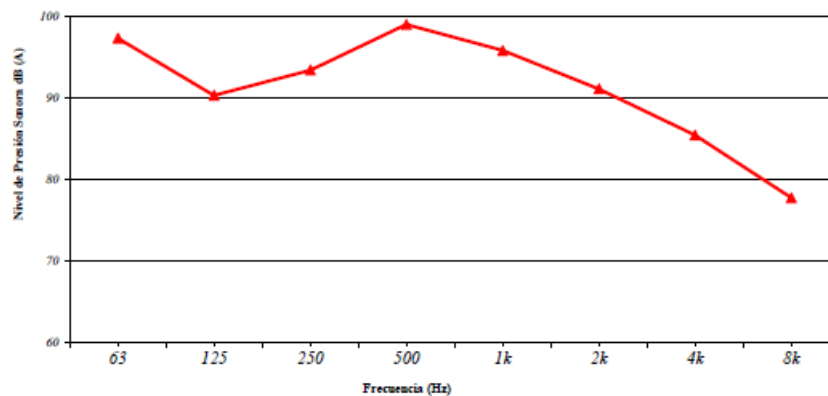


Figura 4.39 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 1 ciclón de secador L5)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 28
Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 0 molino línea 2)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3		
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	
1	11:31:45	104,4	11:36:51	104,9	11:41:57	103,3	
2	11:31:55	103,7	11:37:01	105,1	11:42:07	103,5	
3	11:32:05	103,4	11:37:11	105,2	11:42:17	103,3	
4	11:32:15	103,9	11:37:21	105,7	11:42:27	103,5	
5	11:32:25	103,9	11:37:31	105,1	11:42:37	102,9	
6	11:32:35	103,6	11:37:41	105,0	11:42:47	103,0	
7	11:32:45	103,7	11:37:51	105,3	11:42:57	103,5	
8	11:32:55	104,1	11:38:01	104,8	11:43:07	103,7	
9	11:33:05	103,9	11:38:11	104,5	11:43:17	104,2	
10	11:33:15	104,4	11:38:21	103,0	11:43:27	104,2	
11	11:33:25	104,2	11:38:31	103,3	11:43:37	104,0	
12	11:33:35	104,3	11:38:41	103,5	11:43:47	104,1	
13	11:33:45	104,5	11:38:51	103,3	11:43:57	103,1	
14	11:33:55	104,8	11:39:01	103,2	11:44:07	104,5	
15	11:34:05	104,5	11:39:11	103,5	11:44:17	103,5	
16	11:34:15	104,6	11:39:21	103,2	11:44:27	103,1	
17	11:34:25	105,1	11:39:31	102,8	11:44:37	103,0	
18	11:34:35	105,1	11:39:41	103,1	11:44:47	103,3	
19	11:34:45	104,1	11:39:51	103,2	11:44:57	103,2	
20	11:34:55	104,3	11:40:01	102,9	11:45:07	102,8	
21	11:35:05	105,2	11:40:11	102,9	11:45:17	103,2	
22	11:35:15	103,3	11:40:21	103,0	11:45:27	103,1	
23	11:35:25	104,6	11:40:31	103,0	11:45:37	103,2	
24	11:35:35	104,5	11:40:41	103,0	11:45:47	103,8	
25	11:35:45	104,0	11:40:51	103,1	11:45:57	103,5	
26	11:35:55	104,7	11:41:01	103,4	11:46:07	102,8	
27	11:36:05	105,2	11:41:11	103,0	11:46:17	102,9	
28	11:36:15	105,0	11:41:21	103,2	11:46:27	102,6	
29	11:36:25	105,2	11:41:31	103,1	11:46:37	102,9	
30	11:36:35	104,9	11:41:41	102,8	11:46:47	102,5	
Equivalente NPS dB(A)	104,4		103,8		103,4		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						103,9	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:						103,6	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						105,7	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						102,5	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						121,4	
Limite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):						85,0	
Tipo de ruido:						Estable	

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

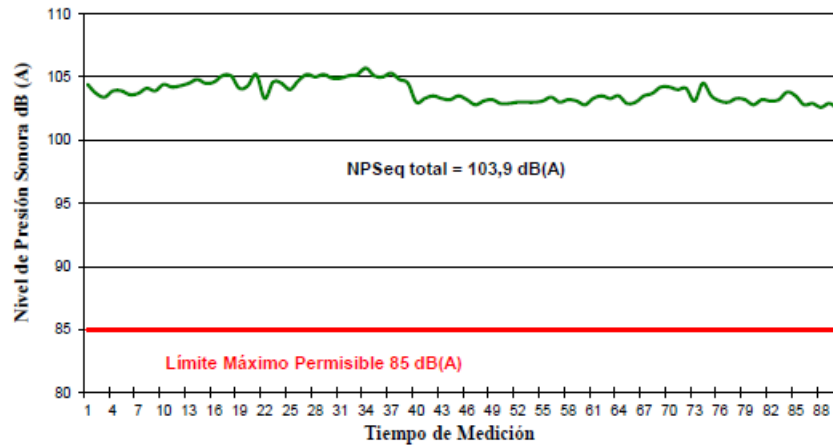


Figura 4.40 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 0 molino L2)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

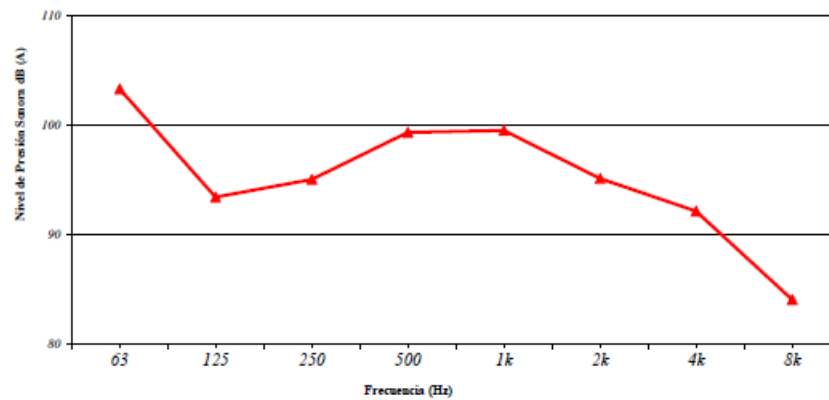


Figura 4.41 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 0 molino L2)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 29
Medición del nivel de presión sonora laboral (Microingredientes)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	13:44:32	84,0	13:49:39	86,8	13:54:47	86,5
2	13:44:42	85,0	13:49:49	91,0	13:54:57	86,0
3	13:44:52	85,1	13:49:59	91,2	13:55:07	86,0
4	13:45:02	86,0	13:50:09	89,0	13:55:17	86,5
5	13:45:12	86,8	13:50:19	85,7	13:55:27	85,9
6	13:45:22	86,7	13:50:29	86,0	13:55:37	86,1
7	13:45:32	86,6	13:50:39	85,9	13:55:47	85,5
8	13:45:42	86,3	13:50:49	86,0	13:55:57	85,2
9	13:45:52	90,2	13:50:59	86,3	13:56:07	85,0
10	13:46:02	91,8	13:51:09	85,8	13:56:17	85,2
11	13:46:12	86,9	13:51:19	86,4	13:56:27	85,5
12	13:46:22	86,7	13:51:29	85,4	13:56:37	85,8
13	13:46:32	86,3	13:51:39	86,4	13:56:47	86,0
14	13:46:42	86,2	13:51:49	86,4	13:56:57	86,2
15	13:46:52	85,6	13:51:59	85,1	13:57:07	85,4
16	13:47:02	85,9	13:52:09	84,0	13:57:17	84,9
17	13:47:12	85,7	13:52:19	84,6	13:57:27	85,0
18	13:47:22	86,3	13:52:29	84,4	13:57:37	84,9
19	13:47:32	86,5	13:52:39	84,2	13:57:47	85,3
20	13:47:42	86,5	13:52:49	83,7	13:57:57	84,8
21	13:47:52	86,3	13:52:59	83,7	13:58:07	84,5
22	13:48:02	87,0	13:53:09	84,2	13:58:17	84,7
23	13:48:12	86,3	13:53:19	84,8	13:58:27	85,2
24	13:48:22	86,3	13:53:29	84,8	13:58:37	87,3
25	13:48:32	85,9	13:53:39	84,7	13:58:47	87,3
26	13:48:42	85,8	13:53:49	84,7	13:58:57	85,8
27	13:48:52	85,7	13:53:59	83,8	13:59:07	86,2
28	13:49:02	85,9	13:54:09	85,3	13:59:17	86,0
29	13:49:12	85,9	13:54:19	91,5	13:59:27	85,6
30	13:49:22	85,8	13:54:29	89,0	13:59:37	85,6
Equivalente NPS dB(A)		86,7		86,7		85,7
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}^1 :					86,4	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}^2$:					86,1	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}^3 :					91,8	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}^4 :					83,7	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}^5 :					111,0	
<i>Límite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):</i>					<i>85,0</i>	
<i>Tipo de ruido:</i>					<i>Fluctuante</i>	

Fuente: Estudio de ruido Deoproinsa

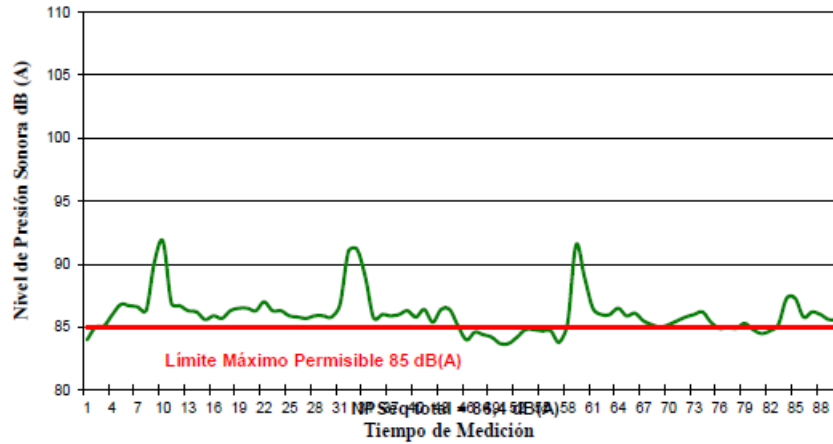


Figura 4.42 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (microingredientes)

Fuente: Estudio de Ruido Deproinsa

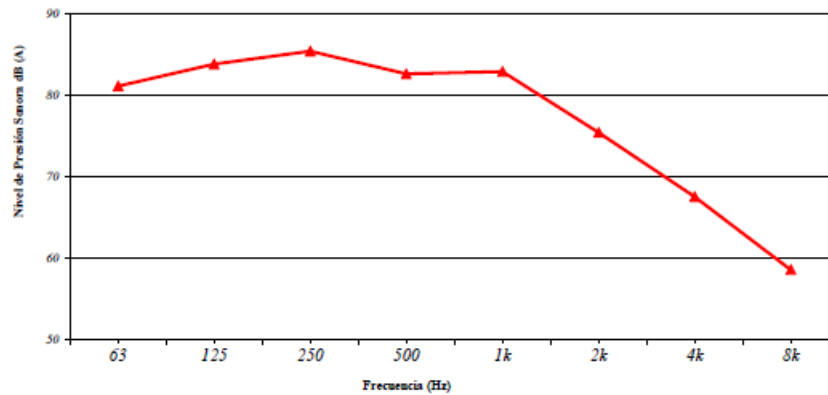


Figura 4.43 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (microingredientes)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 30
Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 5 silo balanza ampliación)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	13:58:23	99,1	14:04:19	100,3	14:09:29	101,5
2	13:58:33	99,3	14:04:29	100,2	14:09:39	101,3
3	13:58:43	99,4	14:04:39	100,1	14:09:49	100,8
4	13:58:53	99,8	14:04:49	100,1	14:09:59	100,5
5	13:59:03	99,5	14:04:59	100,4	14:10:09	100,6
6	13:59:13	99,7	14:05:09	100,3	14:10:19	100,9
7	13:59:23	100,6	14:05:19	100,4	14:10:29	100,8
8	13:59:33	100,1	14:05:29	100,4	14:10:39	100,5
9	13:59:43	100,6	14:05:39	100,4	14:10:49	100,4
10	13:59:53	100,7	14:05:49	100,1	14:10:59	100,1
11	14:00:03	100,8	14:05:59	100,4	14:11:09	100,0
12	14:00:13	100,9	14:06:09	100,2	14:11:19	100,2
13	14:00:23	100,9	14:06:19	100,1	14:11:29	100,4
14	14:00:33	100,5	14:06:29	100,2	14:11:39	100,2
15	14:00:43	100,4	14:06:39	100,5	14:11:49	100,1
16	14:00:53	100,7	14:06:49	100,7	14:11:59	100,5
17	14:01:03	100,7	14:06:59	99,6	14:12:09	100,6
18	14:01:13	100,6	14:07:09	99,7	14:12:19	100,1
19	14:01:23	101,0	14:07:19	100,4	14:12:29	99,1
20	14:01:33	101,1	14:07:29	100,9	14:12:39	99,2
21	14:01:43	101,0	14:07:39	101,2	14:12:49	100,6
22	14:01:53	100,2	14:07:49	101,0	14:12:59	100,3
23	14:02:03	99,9	14:07:59	101,0	14:13:09	100,4
24	14:02:13	99,7	14:08:09	101,2	14:13:19	100,1
25	14:02:23	99,7	14:08:19	101,1	14:13:29	100,2
26	14:02:33	99,8	14:08:29	101,5	14:13:39	100,4
27	14:02:43	99,9	14:08:39	101,6	14:13:49	100,5
28	14:02:53	99,9	14:08:49	101,5	14:13:59	100,7
29	14:03:03	99,6	14:08:59	101,4	14:14:09	100,6
30	14:03:13	100,1	14:09:09	101,4	14:14:19	100,7
Equivalente NPS dB(A)	100,2			100,6		100,4
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						100,4
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8h}$:						100,2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						101,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						99,1
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						117,6
Limite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

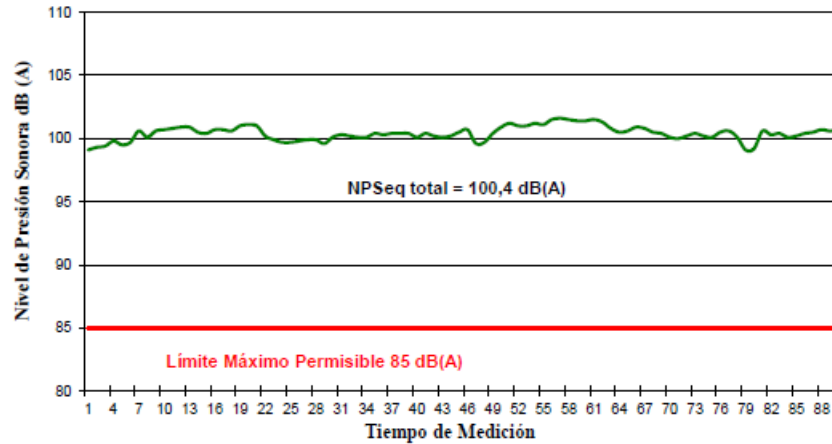


Figura 4.44 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 5 silo balanza ampliación)

Fuente: Estudio de Ruido Deproinsa

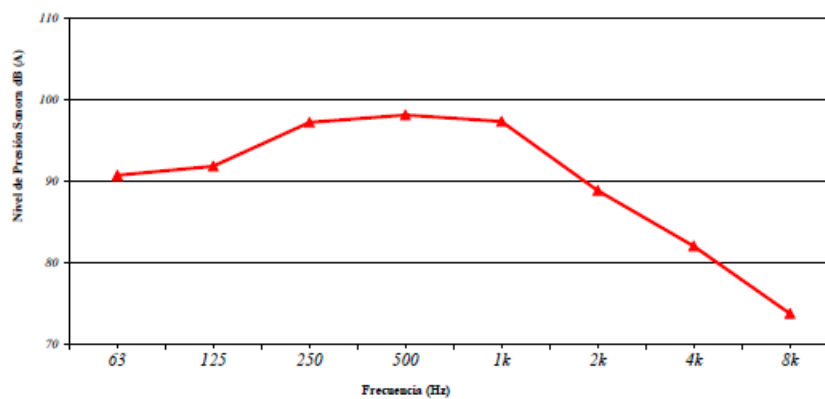


Figura 4.45 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 5 silo balanza ampliación)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

Tabla 31
Medición del nivel de presión sonora laboral (nivel 3A exclusas)

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	15:35:38	97,0	15:40:47	97,3	16:02:43	97,5
2	15:35:48	97,1	15:40:57	97,1	16:02:53	98,6
3	15:35:58	97,2	15:41:07	96,9	16:03:03	98,3
4	15:36:08	97,3	15:41:17	96,8	16:03:13	98,0
5	15:36:18	97,2	15:41:27	97,0	16:03:23	97,9
6	15:36:28	97,1	15:41:37	97,2	16:03:33	98,1
7	15:36:38	97,0	15:41:47	97,7	16:03:43	98,2
8	15:36:48	97,2	15:41:57	97,3	16:03:53	97,9
9	15:36:58	97,3	15:42:07	97,3	16:04:03	97,9
10	15:37:08	97,5	15:42:17	97,4	16:04:13	98,1
11	15:37:18	97,5	15:42:27	97,3	16:04:23	98,2
12	15:37:28	97,4	15:42:37	97,5	16:04:33	98,5
13	15:37:38	97,3	15:42:47	97,5	16:04:43	98,2
14	15:37:48	97,2	15:42:57	97,6	16:04:53	98,4
15	15:37:58	97,3	15:43:07	97,7	16:05:03	98,3
16	15:38:08	97,3	15:43:17	97,3	16:05:13	98,4
17	15:38:18	97,4	15:43:27	97,7	16:05:23	98,2
18	15:38:28	97,2	15:43:37	97,8	16:05:33	97,8
19	15:38:38	97,2	15:43:47	97,6	16:05:43	97,6
20	15:38:48	96,9	15:43:57	97,0	16:05:53	97,7
21	15:38:58	96,9	15:44:07	96,8	16:06:03	97,8
22	15:39:08	97,0	15:44:17	96,8	16:06:13	97,6
23	15:39:18	97,0	15:44:27	97,0	16:06:23	97,6
24	15:39:28	96,7	15:44:37	97,1	16:06:33	97,4
25	15:39:38	96,8	15:44:47	97,1	16:06:43	97,2
26	15:39:48	96,9	15:44:57	97,1	16:06:53	97,6
27	15:39:58	97,1	15:45:07	97,2	16:07:03	97,8
28	15:40:08	97,3	15:45:17	97,4	16:07:13	97,8
29	15:40:18	97,5	15:45:27	97,1	16:07:23	97,5
30	15:40:28	97,6	15:45:37	97,1	16:07:33	97,4
Equivalente NPS dB(A)	97,2		97,3		97,9	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						97,5
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas $NPS_{eq,8H}$:						97,2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						98,6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						96,7
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						114,5
Límite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):						85,0
Tipo de ruido:						Estable

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

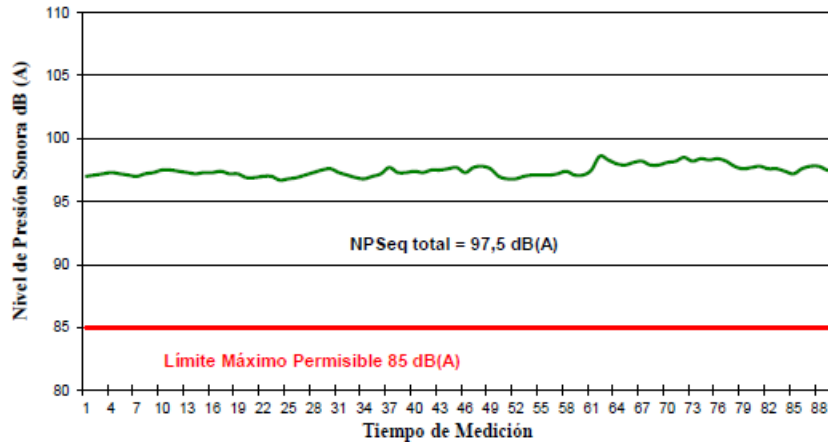


Figura 4.46 Nivel de precisión sonora vs. tiempo de medición (nivel 3A exclusas)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

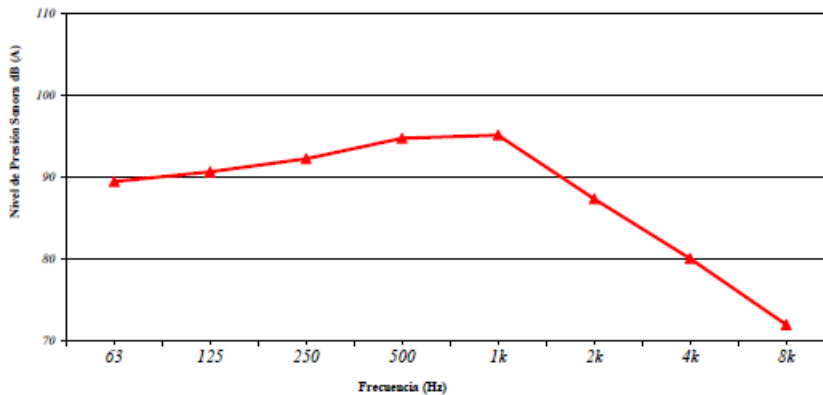


Figura 4.47 Nivel de precisión sonora vs. frecuencia (nivel 3A exclusas)

Fuente: Estudio de ruido Deproinsa

4.2. PROPUESTA DE MÉTODOS PARA LA REDUCCIÓN DE RUIDO SEGÚN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS REALIZADA

Según los resultados de las mediciones realizadas en el proceso productivo, se observa que los colaboradores se encuentran expuestos al riesgo físico evaluado, lo que puede conllevar afectaciones directas a su salud y a la pérdida de productividad.

Dentro de las afectaciones que pueden generarse a los trabajadores por exposición a ruido tenemos:

- Disminución de la capacidad auditiva temporal
- Pérdida de audición
- Aumento del riesgo de accidentes

- Alteración de la comunicación oral
- Estrés
- Trastornos del sueño

De acuerdo con la legislación actual aplicable se propone las medidas para mitigar y disminuir la probabilidad que los trabajadores puedan verse afectados al desarrollar su actividad. Las medidas de control pueden aplicarse en la fuente, el medio o el receptor, como se detalla a continuación:

4.3. Controles en la fuente

En este control se establece las medidas de mitigación directamente en la máquina o equipos.

Tabla 32
Medidas propuestas de mitigación en la fuente

Medidas Propuestas de Mitigación en la Fuente		
Control	Objetivo	Costo
Mantenimiento de maquinaria y equipos	Mantener equipos operativos y en buen estado para evitar desgaste en sus diferentes elementos	\$30.000
Establecimiento de Estándares (Gestión de Cambios)	Asegurar el cumplimiento los requisitos obligatorios de carácter legal y los estándares para el mejoramiento del medio ambiente de trabajo de los colaboradores desde la fase de diseño del proyecto para que sean incluidos en el presupuesto anual.	\$ 0

Fuente: Autor

4.4. Controles en el medio

Este control establece el aislamiento de la fuente de riesgo de la zona circundante.

Las mediciones han demostrado que los molinos son aquellas fuentes de ruido que pueden ser tratadas para disminuir de forma considerable la exposición que tienen los trabajadores.

Tabla 33

Medidas propuestas de mitigación en el medio

Medidas Propuestas de Mitigación en el Medio		
Control	Objetivo	Costo
Cabinas acústicas para molinos	Encapsular los molinos para evitar la propagación del ruido	\$300.000

Fuente: Autor

4.5. Controles en el receptor

Es el control que actúa directamente sobre la persona, tales como controles el plan de capacitaciones con el personal, uso de equipos de protección personal.

Tabla 34
Medidas propuestas de mitigación en el receptor

Medidas Propuestas de Mitigación en el Receptor		
Control	Objetivo	Costo
Capacitación específica sobre protección auditiva	Concientizar al personal sobre la afectación de ruido generado en el proceso productivo por personal especializado.	\$250
Plan de capacitación riesgos físicos	Concientizar al personal sobre la afectación de los riesgos físicos en Planta	\$0
Implementar control de audiometría de forma anual para los puestos de trabajo que tengan afectación directa con ruido	Detectar posibles alteraciones a nivel del sistema auditivo y proponer reubicación de colaboradores con afectación temprana	\$250

Fuente: Autor

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. El nivel de ruido en los lugares muestreados es mayor al límite permisible de 85 dB(A), en una jornada normal de trabajo de 8 horas. en el área de Silo Balanza se registró 98.9 dB, Filtro Cónico se registró 104.6 dB, en Filtros Cónicos Ampliación se registró 106.8dB, en tolva alimentadora de prensa 3 se registró 95.4 dB, en la zona del EQ 1505 ampliación se registró 100.8 dB, en Tolva de Rociado L1 se registró 97.0dB, en prensa 7 de ampliación se registró 99.3 dB, en post acondicionador 3 se registró 100.8 dB, en post acondicionador de ampliación se registró 103.9 dB, en el centro del nivel 3 se registró 86 dB, entre la línea 1 y 3 se registró 86.2 dB, en el ciclón secador L2 nivel 1 se registró 103.9 dB, en el nivel 1 filtro de mangas L3 se registró 104.4 dB, en el nivel 1 ciclón de secador L5 se registró 99.9 dB, en el nivel 0 molino línea 2 se registró 103.9 dB, en Microingredientes se registró 86.4 dB, en el nivel 5 balanza ampliación se registró 100.4, en el Nivel 3ª exclusas se registró 97.5 dB. También es importante recalcar que la normativa indica que en aquellos lugares que demanden minuciosidad del trabajo, actividad intelectual, tareas de regulación o vigilancia, concentración o cálculo no se exceda de 70 dB(A), escenario que se da en el panel de control.
2. Se identificaron los equipos y máquinas que por su naturaleza dentro del proceso generan ruido tales como tolvas, motores de aspirador, descarga de materias primas, molinos, filtros de mangas, ciclones de secado, ciclones de enfriado, silos de balanza, filtros cónicos de molienda, ciclones de producto terminado, prensas y tambores rociadores en las distintas áreas del edificio productivo lo que podría conllevar a lesiones auditivas y una serie de efectos extra auditivos como trastornos cardiovasculares, digestivos, nerviosos, insomnio incluso irritación y cansancio en los trabajadores que están relaciones directamente con la operación de cada uno de estos equipos o máquinas.
3. Se realizó la evaluación cuantitativa del ruido para las áreas evaluadas dentro del proceso productivo, lo que dio como resultado que los parámetros medidos estén por

fuera del rango permisible.

5.2. Recomendaciones

1. Es importante considerar dentro de los exámenes de ingreso de nuevos trabajadores la realización de audiometrías, y realizar el seguimiento periódico respecto a este factor de riesgos.
2. El control para el receptor se plantea el uso de la orejera Peltor H10A, Optime 105 – para casco el cual cumple con para mitigar en el receptor los niveles de ruido que se generan en el proceso productivo.
3. Según las mediciones realizadas, se recomienda trabajar sobre la fuente, controlando en los mantenimientos que dichos equipos estén operativos y en buen estado para evitar desgaste en sus diferentes elementos, en el medio pudiendo encapsular en cabinas acústicas aquellas fuentes que generen mayor decibeles como por ejemplo los molinos y en el receptor para atenuar el ruido directamente en el colaborador se recomienda el uso de la protección auditiva para las áreas en donde el ruido generado supere los 85 dB(A).
4. Se recomienda para nuevos proyectos hacer uso de la herramienta de gestión de cambios con el objetivo de considerar desde la etapa de diseño las implementaciones necesarias en términos de higiene industrial, diseños para el desarrollo de las operaciones dentro de los parámetros permisibles en futuras ampliaciones de planta en caso de que se dieran.
5. Implementar cabinas acústicas para los molinos para mitigar de forma considerable los decibeles generados por esta maquinaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfredo, R. O. (2010). *Determinación de aptitud de protectores auditivos*. Buenos Aires.
- Ecopetrol. (2008). *Guía para evaluación factor de riesgo ruido*.
- Quezada, J. S. (2016). *Evaluación de riesgos físicos que inciden en trabajadores de mantenimiento de aeronaves fumigadoras*.
- Salud, D. G. (2012). *Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo*. Lima.
- Secretaría de estado de medio Ambiente y recursos naturales. (2003). *Normas ambientales para la protección contra ruidos*. Republica Dominicana.
- SICA, S. d. (2007). *Física del Sonido*. España.
- Sociales, M. d. (2015). *Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos*. España.
- Tolosa Cabaní, F., & Badenes Vicente, F. (2008). *Ruido y Salud Laboral*.
- Trabajo, S. d. (2016). *El ruido en el ambiente laboral*. Buenos Aires.