



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE POSGRADO

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE: MAGISTER EN
SEGURIDAD INDUSTRIAL, MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y
SALUD OCUPACIONAL**

TEMA:

“CABINA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA OPERADORES DE CALDEROS
DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL PROVINCIAL
GENERAL DOCENTE RIOBAMBA”

AUTOR:

Ing. César Alfredo Coral Tapia

TUTOR:

Ing. Merwin Aitken Sandoval Silva. Mgs.

RIOBAMBA-ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad Industrial Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional con el tema: Cabina de Aislamiento Acústico para operadores de Calderos del Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba , ha sido elaborado por el Ing. César Alfredo Coral Tapia, el mismo que ha sido revisado y analizado con el asesoramiento de mi persona en calidad de Tutor, por lo cual se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Riobamba, Octubre de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Merwin Aitken Sandoval Silva', written over a horizontal line.

Ing. Merwin Aitken Sandoval Silva Mgs.

TUTOR

AUTORÍA

Yo, César Alfredo Coral Tapia con Cédula de Ciudadanía N° 060249425-4 soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en la presente investigación y el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo



César Alfredo Coral Tapia
C.C. 0602494254

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Chimborazo, al Instituto de Pos Grado, a todos los docentes que de manera incondicional compartieron sus conocimientos y sabiduría.

Al Ing. Merwin Sandobal por su experiencia y profesionalismo que fueron fundamentales en la dirección y culminación de éste proyecto, así como de su amistad.

DEDICATORIA

Agradezco a DIOS que es mi amparo y mi refugio, por su infinita gracia y sus bendiciones, a mi esposa Beatriz Pinos y mis hijas Raquel y Esmeralda Coral y a Dominic que siempre han estado a mi lado y son mi razón de vivir por su apoyo incondicional.

A todas las personas que colaboraron en la culminación de éste proyecto.

César

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	Fundamentación Científica	3
1.2.1	Fundamentación Filosófica.	3
1.2.2	Fundamentación Epistemológica.	3
1.2.3	Fundamentación Psicológica.	4
1.2.4	Fundamentación Pedagógica.	4
1.2.5	Fundamentación Legal.	4
1.3	Fundamentación Teórica.	5
1.3.1	Riesgo.	6
1.3.2	Factor De Riesgo.	6
1.3.3	Estudio De Los Riesgos	6
1.3.3.1	Evaluación higiénica.	7
1.3.4	Condiciones De Trabajo.	7
1.3.4.1	Elementos De Protección Personal.	7
1.4	Enfermedad Profesional.	8
1.4.1	Accidente De Trabajo.	8
1.4.2	Lesión Laboral.	8
1.5	EL RUIDO.	9

1.5.1	Ruido Estable.	9
1.5.2	Ruido Fluctuante.	9
1.5.3	Ruido Impulsivo.	10
1.5.4	Ruido De Impacto.	10
1.6	PRESIÓN SONORA.	10
1.6.1	Nivel De Presión Sonora (Nps).	11
1.6.2	Nivel De Presión Sonora Continuo Equivalente (Npseq).	11
1.6.3	Nivel De Presión Sonora Máximo (Npsmax).	11
1.6.4	Nivel De Presión Sonora Mínimo (Npsmin).	11
1.6.5	Respuesta Lenta O Slow.	11
1.6.6	Tiempo De Exposición.	12
1.7	Identificación Y Valoración De Los Riesgos	12
1.7.1	Generalidades	12
1.7.1.1	Procedimiento de valoración de riesgos está destinado a ser utilizado en:	12
1.7.1.2	Metodología utilizada para la valoración de los riesgos debería estructurarse y aplicarse de tal forma que ayude a la institución a:	13
1.7.2	Aspectos de la identificación y valoración de los riesgos	13
1.7.3	Actividades para Identificar y Valorar los Riesgos	14
1.8	Áreas de Exposición.	16
1.9	Recolección de información	16
1.10	Equipo empleado en mediciones	16
1.10.1	Sonómetro	16
1.10.2	Especificaciones técnicas	17
1.10.3	Condiciones de aplicación	19
1.10.3.1	Número y duración de las mediciones.	20
1.11	Dosis de ruido	20
1.11.1	Metodología para obtener la dosis de ruido (drd).	20
1.11.2	Tiempo de exposición	21
1.12	Identificación de riesgos (norma gtc 45)	21
1.12.1	Descripción y clasificación de los riesgos	21
1.12.2	Identificación de controles existentes	22
1.12.3	Criterios de aceptabilidad del riesgo	22
1.12.4	Ubicación de la cabina	23

CAPITULO II.

2.	METODOLOGÍA	24
2.1	Diseño de la Investigación	24
2.2	El diseño de la investigación es cuasi experimental-longitudinal.	25
2.3	Tipos de la Investigación	26
2.3.1	Según el Lugar	26
2.3.2	Según los Objetivos	26
2.3.3	Según el Nivel	26
2.4	Métodos de Investigación.	27
2.4.1	Método Inductivo.	27
2.4.2	Método Hipotético Deductivo	28
2.5	Técnica e Instrumento Para Recolección de Datos	28
2.6	Población y Muestra	29
2.7	Procedimiento para el Análisis e Interpretación de Resultados.	29
2.8	Hipótesis	30
2.8.1	Hipótesis general	30
2.8.2	Hipótesis específica n° 1	30
2.8.3	Hipótesis específica n° 2	30
2.9	Operatividad de las hipótesis	30
2.9.1	Operatividad de las hipótesis específica 1	30
2.9.2	Operatividad de las hipótesis específica 2	31

CAPÍTULO III **33**

3.	LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS	
3.1	TEMA.	33
3.2	PRESENTACIÓN.	33
3.2.1	Política de seguridad e higiene del hospital provincia general docente de Riobamba	34
3.3	Objetivos	34
3.3.1	Objetivo General	34
3.3.2	Objetivos Específicos	34
3.4	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	35
3.5	DOSIS DE RUIDO	35

3.5.1	¿Qué es la Dosis de Ruido?	36
3.5.2	Dosis de ruido diario (DRD).	37
3.5.2.1	Métodos para la obtener de la dosis de ruido diaria	37
3.5.2.2	Medición de la dosis de ruido diaria.	38
3.6	Configuración del dosímetro para obtener una (DRD).	38
3.6.1	Considerando la definición de dosis de ruido. ¿de dónde obtiene el dosímetro el tiempo permitido (Tp)?	39
3.7	IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO FÍSICO.	39
3.7.1	Fase Experimental	39
3.7.2	Fase de diagnóstico	39
3.7.3	Fase de diseño	40
3.8	DIAGNÓSTICO INICIAL CASA DE MÁQUINAS.	40
3.8.1	Fuentes de ruido en casa de máquinas	40
3.8.2	Caldera de generación de vapor	40
3.9	METODOLOGÍA PARA MONITOREO DEL RUIDO	42
3.9.1	Monitoreo de las fuentes de ruido (Martínez & Romieu, 1997)	42
3.10	ENCUESTA	43
3.10.1	Metodología de la encuesta (Gtc 45)	43
3.10.2	Aplicación de encuesta.	44
3.11	Efectos del ruido sobre la salud	44
3.11.1	Cefaleas. (OMS)	45
3.11.2	Estrés Laboral.	45
3.11.3	Hipoacusia conductiva o de transmisión.	45
3.11.4	Tinnitus.	46
3.11.5	Diploacucia.	46
3.11.6	Pérdida de audición inducida por exposición al ruido.	46
3.12	MATRIZ DE RIESGOS LABORALES	47
3.12.1	Factores de Riesgo	47
3.12.1.1	Riesgos Biológicos	48
3.12.1.2	Riesgos Biomecánicos	48
3.12.1.3	Riesgos Psicosociales.	48
3.13	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (NORMATIVA GTC 45)	48
3.14	MATRIZ DE RIESGOS LABORALES (NORMA GTC45)	50

3.14.1	Identificación de los riesgos	51
3.14.2	Evaluación de los riesgos	52
3.14.3	Nivel de Riesgo (Nr)	52
3.14.4	Determinación del nivel de riesgo.	53
3.14.5	Nivel de probabilidad (Np).	53
3.14.6	Determinación del nivel de probabilidad (Np)	54
3.14.7	Nivel de deficiencia (Nd).	55
3.14.8	Determinación cualitativa del nivel de deficiencia.	55
3.14.9	Nivel de Exposición (Ne). - nos ayudamos de la tabla siguiente.	57
3.14.10	Nivel de Consecuencia (Nc)	57
3.14.11	Decidir si el riesgo es aceptable o no.	58
3.15	Niveles de daño posible	59
3.16	Evaluación de Controles Existentes	60
3.16.1	Evaluación de Protección Auditiva	60
3.17	Plan de acción para el control de riesgos.	62
3.17.1	Medidas de control en a la fuente de ruido (Encapsulamiento Máquinas)	62
3.17.2	Medidas de control en el camino de transmisión del ruido	62
3.17.3	Barreras Acústicas	62
3.17.4	Aislamientos	63
3.17.5	Cabinas Sonamortiguadas	63
3.17.6	Medidas de control colectivo	63
3.17.7	Medidas administrativas de control.	67
3.18	DISEÑO ACÚSTICO	68
3.18.1	Reflexiones Tempranas	68
3.18.2	Tiempo de reverberación (Tr)	69
3.18.3	Materiales absorbentes acústicos	70
3.19	Abina de aislamiento acústico	75
3.19.1	Cálculos	75
3.19.1.1	Dimensiones de la cabina	76
3.19.1.2	Recursos empleados en la construcción	78
3.20	MONITOREO	80
3.20.1	Análisis de las condiciones de trabajo con exposición al ruido.	80
3.20.2	Grupos de exposición homogénea (Geh)	80

3.20.3	Estrategia de monitoreo.	81
3.20.4	Estrategia basada en la jornada completa	81
3.21	EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO.	83
3.21.1	Normativa técnica para la determinación de niveles representativos.	83
3.22	Método de muestreo	83
3.23	Tipos de Ruido	83
3.23.1	Ruido Estable	83
3.23.2	Ruido Periódico	84
3.23.3	Ruido Aleatorio	84
3.23.4	Ruido De Impacto	84
3.24	Mediciones según el ciclo de trabajo	85
3.24.1	Muestreo de ciclos de trabajo	87
3.25	Evaluación del npseq, por muestra	87
3.25.1	Elección del momento de la medición	87
3.25.2	La metodología será la siguiente:	88
3.26	Estimación estadística de npseq.d	90
3.26.1	Cálculo de la media y la desviación estándar.	90
3.26.2	Búsqueda en la tabla del error cometido en la determinación según el número de muestras y la desviación estándar obtenidos.	91
3.27	Medición de ruido en equipos generadores de ruido	93
3.27.1	Lugares contaminados por ruido.	95
3.28	Cálculo de las mediciones	99
3.29	Nivel de presión sonora equivalente diario, (Ntp270, Npseq, por muestra).	99
3.29.1	Tiempo de la medición	99
3.30	Tiempo de exposición permitido en función del nivel sonoro	100
3.31	Cálculo de la dosis de ruido a partir de medición de Npseq.d	100
3.31.1	Mediciones de Npseq, antes y después de la implementación	101
3.32	Evaluación de riesgo según la dosis permitida	101
3.33	Operatividad de la propuesta	104

CAPÍTULO IV

4.	EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	105
4.1	COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	107

4.2	Preguntas después de la implementación	113
4.3	Comprobación de las hipótesis	119
4.3.1	Pasos para probar la hipótesis	119
4.3.2	Comprobación de la hipótesis específica 1.	120
4.3.2.1	Comprobación de la hipótesis específica 2.	123

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	126
5.1	CONCLUSIONES	126
5.2	RECOMENDACIONES	127
	BIBLIOGRAFÍA	128
	ANEXOS	130

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 4. 1. Conocimiento de los factores de riesgos físicos relacionados con ruidos	107
Cuadro N° 4. 2. Conocimiento de existencia de afectaciones del sistema auditivo	108
Cuadro N° 4. 3. Conocimiento de reducción de ruido por la cabina de aislamiento	109
Cuadro N° 4. 4. Conocimiento de Variación significativa del nivel de ruido	110
Cuadro N° 4. 5. Conocimiento de otros medios para controlar el ruido	111
Cuadro N° 4. 6. Conocimiento de trastornos causados por ruido	112
Cuadro N° 4. 7. Conocimiento de los factores de riesgo físico relacionados con ruido	113
Cuadro N° 4. 8. Existencia de afectaciones del sistema auditivo	114
Cuadro N° 4. 9. Consideraciones sobre la implementación	115
Cuadro N° 4. 10. Conocimiento sobre la percepción de variación del ruido	116
Cuadro N° 4. 11. Conocimiento de otros medios para controlar el ruido	117
Cuadro N° 4. 12. Conocimiento de los beneficios de la implementación	118
Cuadro N° 4. 13. Cuadro Comparativo.	119

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Grafico N°4. 1.	Conocimiento de los factores de riesgo físico relacionados con ruido	107
Grafico N°4. 2.	Existencia de afectaciones del sistema auditivo	108
Grafico N°4. 3.	Conocimiento de Mediciones de Ruido Realizadas	109
Grafico N°4. 4.	Conocimiento de Variación significativa del nivel de ruido	110
Grafico N°4. 5.	Conocimiento de otros medios para controlar el ruido	111
Grafico N°4. 6.	Conocimiento de trastornos causados por ruido	112
Grafico N°4. 7.	Conocimiento de los factores de riesgo físico relacionados con ruido	113
Grafico N°4. 8.	Existencia de afectaciones del sistema auditivo	114
Grafico N°4. 9.	Consideraciones sobre la implementación	115
Grafico N°4. 10.	Conocimiento sobre la percepción de variación del ruido	116
Grafico N°4. 11.	Conocimiento de otros medios para controlar el ruido	117
Grafico N°4. 12.	Conocimiento de los beneficios de la implementación	118

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, teniendo como objetivo determinar los NPS (Niveles de Presión Sonora), y los factores de riesgo, a los que los servidores públicos se encuentran expuestos, por el ruido generado en la casa de máquinas de este departamento. En él se integran principios, prácticas y criterios en la identificación de peligros y la valoración de riesgos, en el marco de la gestión de los riesgos de Seguridad y Salud Ocupacional. Se tomarán en cuenta los principios fundamentales de la norma NTC-OHSAS 18001, que se basan en el proceso de gestión de riesgos desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard), la NTP 330, NTP 951, NTP 270, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT), al igual que modelos de gestión en la identificación de peligros, seguida del análisis, la evaluación, el tratamiento y el monitoreo de los riesgos propuestos en la GTC 45 (Guía técnica Colombiana), enfocada al ruido. El presente estudio tiene por objeto sugerir la implementación de una Cabina de Aislamiento Acústico en la Sala de Máquinas como medio preventivo de higiene ocupacional, partiendo del hecho que el ruido es causa de enfermedades profesionales que constan en la resolución C.D. 513 del IESS. La implementación de la cabina será sugerida después de un diagnóstico técnico, y estará reforzada con inducciones sobre: buenas prácticas laborales, factores de riesgos, métodos de control y protocolos de Seguridad y Salud Ocupacional. Al finalizar el estudio, con los niveles de ruido medidos en las condiciones actuales de trabajo y conforme a criterio técnico se determina que los trabajadores desarrollarán hipoacusia ocupacional. Conociendo el riesgo se propone la implementación de la Cabina de Aislamiento Acústico, como medio de atenuación significativa y reducción de los niveles de ruido a los que se hallan expuestos los trabajadores para evitar la pérdida de audición inducida por ruido.

Abstract

This study was conducted in the maintenance department of the provincial general hospital in Riobamba, aiming to determine hearing loss induced by noise (PAIR *Spanish acronym*), public servants who are exposed to noise in the roundhouse of this institution.

Principles, practices and criteria are integrated on this research to identify the danger and assess the peril in the context of risk management and occupational health safety. The fundamental principles of the NTC-OHSAS 18801 will be taken into consideration which are based on the process of risk management developed in the standard BS 8800 (British standard), the NTP 330 of the national institute of safety and health at work in Spain (INSHT *Spanish acronym*), as well as management models in hazard identification, followed by analysis, Evaluation, treatment and risk monitoring.

This study suggests the implementation of an acoustic insulation cabin in the engine room as a preventive occupational hygiene method, based on the fact that noise causes occupational diseases as stated in the resolution D: C. 513 IEES.

The implementation of the cabin will be suggested after a technical diagnosis and it will be reinforced with inductions on: good labor practices, risk factors, methods of control and occupational safety protocols and health.

At the end of the study, based on the noise levels measured in the current working conditions and in accordance with technical criteria it is determined that workers develop occupational hearing loss.

Knowing this risk, the implementation of the acoustic insulation cabin is proposed as a means of significant noise attenuation and thus reducing noise levels to which workers are exposed in order to prevent hearing loss induced by noise.


SIGNATURE

Reviewed by: Solis, Hugo
Language Center Teacher



INTRODUCCIÓN

El trabajo y el desarrollo nos obligan a vivir en un entorno en el cual el mundo de los sonidos se vuelve agresivo para el hombre, de manera que se puede considerar al ruido como un significativo contaminante que es generado por fuentes móviles y fijas y su importancia como agente contaminante data de tiempos inmemorables y su afectación se consideraba solo como molestia auditiva.

La contaminación acústica produce una serie de efectos sobre la actividad cotidiana, interfiriendo en la comunicación hablada, alterando el sueño, afectando al descanso, a la relajación y la concentración e incluso puede generar enfermedades auditivas, de tipo nervioso o cardiovascular.

La Directiva Europea 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, traspuesta a la legislación española por la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, define el ruido ambiental como “el sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana”. Incluso éste, es definido como agente contaminante del medio ambiente en la Conferencia de Estocolmo de 1972.

La OMS (Organización Mundial de la Salud), La Organización Internacional de Trabajo y los Decretos sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores, alertan sobre el hecho de que el ruido puede acortar nuestras vidas, así como de los efectos derivados del mismo dependiendo de la intensidad del sonido, la frecuencia y el tiempo de exposición al que nos encontremos sometidos.

En Ecuador el Decreto 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, en su Art.11, establece las obligaciones de los empleadores de garantizar a todos los trabajadores (permanentes y ocasionales), un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales.

La Pérdida de la Audición Inducida por Ruido (PAIR) se caracteriza por el deterioro gradual de la audición con dificultad para comprender conversación en especial cuando

existe un sonido enmascarado de fondo, comúnmente de baja frecuencia que oculta la porción mejor preservada del espectro de audición y exacerba más los problemas de comprensión de la conversación, lo cual puede estar acompañado de zumbidos o tinitus intermitentes o continuos, que a menudo se agravan con la intensidad o duración de la exposición al ruido.

Es necesario establecer de manera técnica la pérdida de audición, a fin de promover la implementación de las medidas de prevención y control, ya que no sólo es importante determinar el momento en el cual el trabajador presenta la pérdida de la audición, sino determinar si ésta es causada por la exposición al ruido en puestos de trabajo.

En el Departamento de Mantenimiento del HPGDR, existe un importante número de trabajadores expuestos a niveles mayores a los permitidos ya que su trabajo los obliga a permanecer en lugares sometidos a niveles elevados de presión sonora.

La actuación sobre el ruido consistirá en atenuar los niveles que sobrepasen los 85 dB(A), al crear una zona tranquila a la que pretendemos llegar dentro de la cabina en la que no se supere los 80 dB(A).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

El Hospital Provincial General Docente de Riobamba (HPGDR), domiciliado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, parroquia Veloz, zona sureste sector la Dolorosa, Dirección Av. Juan Félix Proaño y Chile s/n. tuvo su origen en el edificio del Normal Católico San Vicente de Paúl que funcionaba como un centro de servicios médicos básicos en beneficio de la comunidad.

En el año de 1926 se creó la Sub Dirección de Asistencia pública de Chimborazo con la finalidad de brindar un servicio médico elemental de asistencia y albergue a enfermos que recibían tratamientos elementales.

En 1942 el Gobierno Nacional contrató el Servicio Cooperativo Interamericano para la construcción del nuevo Hospital y tras su equipamiento la “Junta de Asistencia Pública de Chimborazo” inaugura esta casa de salud el 23 de mayo de 1952 con el nombre de “Hospital Policlínico” funcionando en el actual edificio de Dirección Zonal de Salud 3, su periplo termina en el actual HPGDR inaugurado el 7 de marzo de 1998, con modernas instalaciones, equipos y personal especializado siendo el tercer hospital acreditado por la “Canadian council on health service acreditación”, en el año 2015; comisión canadiense que visito nuestro país y que es reconocida a nivel mundial.

Uno de los problemas que enfrenta el Hospital, es el ruido generado en la casa de máquinas del Departamento de Mantenimiento; la exposición continúa a este factor de riesgo de todo el personal que trabaja en esta dependencia.

Las afecciones auditivas de origen laboral por exposición al ruido en niveles y tiempos de superiores a los permitidos constituyen un problema difícil de resolver por el grado de complejidad en su tratamiento una vez adquiridas, puesto que acarrea problemas no solamente a nivel personal y laboral, sino también en el aspecto social, por su influencia

en las relaciones intrafamiliares, ocasionando conflictos provocados por la falta de comunicación, así como también en el estado de salud por alteración de los sistemas del cuerpo humano.

Con el propósito de mantener la salud en el personal del Departamento de Mantenimiento, se propondrá la implementación de una Cabina de Aislamiento Acústico, para mejorar el medio ambiente de trabajo y cumplir con la normativa legal vigente descrita en el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo - Decisión 584, Capítulo IV que menciona que: “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”, así como en el N°. 2 del Art.11 del Decreto 2393 Ejecutivo, en el que se señala que el empleador deberá adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores. La técnica indica que se deberá combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual.

En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados, enfocándonos en lo referente al Artículo 55 del Decreto Ejecutivo 2393, donde hace referencia sobre **Ruidos y Vibraciones**, donde se fija como límite máximo de presión sonora los 85(dBA) decibeles escala A, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.

Los estudios e implementación serán desarrollados en la sala de máquinas del Departamento de Mantenimiento del HPGDR, donde a diario se realizan actividades sin ningún medio de atenuación del ruido, convirtiéndolo en un entorno propicio que presta todas las condiciones necesarias para esta investigación.

1.2 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

1.2.1 Fundamentación Filosófica.

En la realización de este trabajo se asumen los principios del paradigma crítico propositivo que cuestiona los esquemas molde de hacer investigación, comprometidos con la lógica instrumental del poder. (Arizaga, 2008). Dentro de este criterio, el presente trabajo establece una crítica constructiva, evaluando las condiciones de trabajo desde la óptica técnica y proponiendo mejoras con la finalidad de salvaguardar la salud de los trabajadores del Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, con ellos se contribuye a la garantía del Artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República, el cual determina que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”.

1.2.2 Fundamentación Epistemológica.

La construcción del conocimiento en la historia de la humanidad se ha dado por medio de cuatro modos o maneras de acercamiento a la realidad: el conocimiento vulgar o de mera opinión, el conocimiento empírico o de experiencia personal, el conocimiento científico y el conocimiento filosófico. (José Duván Marín Gallego. 2007). El conocimiento científico, trasciende los hechos de la realidad en los que se apoya y formula leyes, principios, teorías e hipótesis científicas, que le permiten conocer y comprender la realidad para buscar soluciones a problemas de toda índole y poder crear, al mismo tiempo, objetos, artefactos y sistemas para solucionar algunos de esos problemas y para lograr el bienestar del ser humano, dando origen a nuevas tecnologías. Con el conocimiento científico, el hombre puede predecir los hechos, tanto naturales como sociales, con el propósito de establecer mecanismos de prevención, control o de soluciones anticipadas a los problemas. (José Duván Marín Gallego. 2007)

El presente estudio mediante la investigación en sitio, obtiene datos, los cuales organizados y sistematizados permiten la construcción del conocimiento sobre la causalidad de la pérdida de audición inducida por ruido (PAIR), la exposición a los

factores de riesgo, proponiendo además un programa de atención para mitigación y control de los mismos.

1.2.3 Fundamentación Psicológica.

“En términos sencillos podemos decir que la Psicología Industrial es la aplicación de los métodos, acontecimientos y principios de la Psicología a las personas en el Trabajo”. (Schultz, 1998). La aplicación del presente proyecto, sin duda mejorará las condiciones de trabajo y por ende la calidad de vida de los trabajadores del Departamento de Mantenimiento del HPGDR, incidiendo de forma directa en su salud mental, en la de su familia y la sociedad en su conjunto.

1.2.4 Fundamentación Pedagógica.

Seymour Papert mediante la teoría educativa denominada construccionismo, define: “Tomamos de las teorías constructivistas de la psicología el enfoque de que el aprendizaje es mucho más una reconstrucción que una transmisión de conocimientos, que el aprendizaje es más eficaz cuando es parte de una actividad que el sujeto experimenta cuando realiza una actividad significativa” (Papert, 1987). El presente proyecto sienta el conocimiento a través de la implementación y la práctica. Una vez informados y capacitados sobre las mejoras en sus puestos de trabajo, se realiza un seguimiento a la utilización de los mismos en sus labores diarias.

1.2.5 Fundamentación Legal.

El presente trabajo se enmarca en el cumplimiento de la siguiente normativa técnica legal:

- Artículo 33 de la Constitución de la República del Ecuador establece que: “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”

- Artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República, determina que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”.
- Decisión 584 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores que contiene el “Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo” y su Reglamento expedido mediante Resolución 957, establecen los lineamientos generales para los países que integran la Comunidad Andina; la política de prevención de riesgos del trabajo; seguridad y salud en centros de trabajo; obligaciones de los empleadores; obligaciones de los trabajadores y las sanciones por incumplimientos.
- Código del Trabajo en su artículo 410, prevé que: “Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o vida... Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo”.
- Resolución C.D. 513 IESS. - Prestaciones por Enfermedad Profesional u Ocupacional. - Art. 18.- El derecho a las prestaciones por enfermedad profesional u ocupacional se genera de acuerdo con lo que contempla la Ley de Seguridad Social, para los trabajadores bajo relación de dependencia o sin ella, que hubieren cubierto por lo menos seis (6) aportaciones mensuales, previo al diagnóstico inicial de la enfermedad profesional u ocupacional.

1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

La investigación se desarrolla dentro del campo de la evaluación de factores de riesgo de origen físico, razón por la cual se hace necesario su estudio, el de sus variables, las consecuencias de la continua exposición a las mismas y los métodos de evaluación reconocidos y universalmente empleados.

1.3.1 Riesgo.

Combinación de la probabilidad de que ocurra uno o varios eventos o exposiciones, peligrosos, y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por las exposiciones (NTC-OHSAS 18001)

1.3.2 Factor de Riesgo.

Acción, atributo o elemento de la tarea, equipo o ambiente de trabajo, o una combinación de los anteriores, que determina un aumento en la probabilidad de desarrollar la enfermedad o lesión. (Wolfgang Laurig y Joachim Vedder, 2007).

1.3.3 Estudio de los Riesgos

- a) Análisis del riesgo.** - Proceso para comprender la naturaleza del riesgo (ISO 31000).
- b) Evaluación del riesgo.** - Proceso para determinar el nivel de riesgo
- c) Nivel de riesgo.** - Magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad
- d) Riesgo aceptable.** Riesgo que ha sido reducido a un nivel que la organización puede Tolerar, respecto a sus obligaciones legales y su propia política en seguridad y salud ocupacional (NTC-OHSAS 18001).
- e) Valoración de los riesgos.** Proceso de evaluar el o los riesgos que surgen de peligros, teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si el o los riesgos son aceptables o no (NTC-OHSAS 18001).

1.3.3.1 Evaluación higiénica. Medición de los peligros ambientales presentes en el lugar de trabajo para determinar la exposición ocupacional y riesgo para la salud, en comparación con los valores fijados por la autoridad competente.

a) Exposición. Situación en la cual las personas se encuentran en contacto con los peligros.

b) Peligro. Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de éstos (NTC-OHSAS 18001).

c) Identificación de riesgos. Proceso para reconocer si existe un peligro y definir sus características.

d) Nivel de consecuencia (NC). - Medida de la severidad de las consecuencias

e) Nivel de probabilidad (NP). Producto del nivel de deficiencia

f) Nivel de exposición (NE). Situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral.

1.3.4 Condiciones de Trabajo.

Es el resultado de un procedimiento sistemático para identificar, localizar y valorar “aquellos elementos, peligros o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores. Quedan específicamente incluidos en esta definición.

1.3.4.1 Elementos de protección personal.

Dispositivo que sirve como medio de protección ante un peligro y que para su funcionamiento requiere de la interacción con otros elementos. Ejemplo, sistema de detección contra caídas.

- a) Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo;
- b) la naturaleza de los peligros físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo, y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia;
- c) Elemento de Protección Personal (EPP). Dispositivo que sirve como barrera entre un peligro y alguna parte del cuerpo de una persona.

1.4 ENFERMEDAD PROFESIONAL.

Todo estado patológico que sobreviene como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos (Ministerio de la Protección Social, Decreto 2566 de 2009).

1.4.1 Accidente de trabajo.

Suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, y que produce en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, incluso fuera del lugar y horas de trabajo (Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones).

1.4.2 Lesión laboral.

Cualquier daño que sufra un trabajador, ya sea un corte, fractura, desgarro, amputación, etc., el cual deriva de un evento relacionado al trabajo o a partir de una exposición (aguda o crónica) en el entorno laboral. (Wolfgang Laurig y Joachim Vedder, 2007).

1.5 EL RUIDO.

Es la vibración de un medio material causada por el sonido (en general el aire), que sobrepasa los niveles normales al ser detectada por el oído, y se propaga a modo de ondas de presión, parecidas a las que se forman en el agua al caer una piedra. El ruido industrial, no es puro sino complejo, uniéndose con sonidos impulsivos que sobresalen en relación al ruido de fondo, y a la reverberación o persistencia en un espacio cerrado, aún después de haberse interrumpido la fuente sonora.

La medición del ruido en el ambiente laboral se realiza mediante SONÓMETROS (escala en (dB(A)) que valoran la sensación auditiva humana, los niveles de intensidad acústica medidos en (dB), se registran en bandas de frecuencias audibles medidas en Herzs (Hz).

El sonómetro integrador realiza una ponderación en el tiempo de los distintos niveles de ruido y mide el nivel continuo de ruido, es decir, el ruido a que está expuesta una persona trabajando durante un tiempo determinado.

1.5.1 Ruido Estable.

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto. Se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A).

Referencia: NTP 270.-Evaluación de la Exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.

1.5.2 Ruido Fluctuante.

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

es de tipo fluctuante cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A).

1.5.3 Ruido Impulsivo.

Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

1.5.4 Ruido de impacto.

Se considera ruido de impacto aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo, los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas, dependerá del número total de impactos en dicho período de acuerdo con el Art. 55 numeral 7 decreto 2393 (Reglamento de seguridad y salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medioambiente de Trabajo), los niveles de exposición sonora máxima por jornada de trabajo (8 h/d), dependerá del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla:

Niveles de presión sonora máxima y número de impulsos por jornada de trabajo

Número de impulsos o impacto por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: Decreto 2393, Art. 55, literal 7

1.6 PRESIÓN SONORA.

La presión sonora o acústica es producto de la propia propagación del sonido. La energía provocada por las ondas sonoras genera un movimiento ondulatorio de las partículas del aire provocando la variación alterna en la presión estática del aire (pequeñas variaciones en la presión atmosférica)

1.6.1 Nivel de presión sonora (NPS).

El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora (es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado), se mide en decibelios (dB) y varía entre 20 dB umbral de audición y 120 dB umbral de dolor, y se define por la siguiente relación matemática:

$$\text{NPS} = 20 \text{ Log } (P/P_0)$$

Dónde: P es el valor eficaz de la presión sonora medida.

P_0 , es el valor eficaz de la presión sonora de referencia, fijado en 2×10^{-5} [N/m²]

1.6.2 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq).

Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que, en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

1.6.3 Nivel de Presión Sonora Máximo (NPSmax).

Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

1.6.4 Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPSmin).

Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

1.6.5 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 NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

1.6.6 Tiempo de exposición.

Cantidad de tiempo en horas necesita para realizar una o varias actividades dentro de la sala de máquinas en un ambiente contaminado por ruido.

1.7 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RIESGOS

1.7.1 Generalidades

El propósito general de la identificación y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional (S) y (SO), es entender los peligros que se pueden generar en el desarrollo de las actividades, con el fin de que la organización pueda establecer los controles necesarios, al punto de asegurar que cualquier riesgo sea aceptable. La valoración de los riesgos independientemente de su complejidad debería ser un proceso sistemático que garantice el cumplimiento de su propósito. Todos los trabajadores deberían identificar y comunicar a su empleador los peligros asociados a su actividad laboral. Los empleadores tienen el deber legal de evaluar los riesgos derivados de estas actividades laborales.

1.7.1.1 1 Procedimiento de valoración de riesgos está destinado a ser utilizado en:

- a) Situaciones en que los peligros puedan afectar la seguridad o la salud y no haya certeza de que los controles existentes o planificados sean adecuados en la práctica.
- b) Organizaciones que buscan la mejora continua del Sistema de Gestión del S y SO y el cumplimiento de los requisitos legales, y
- c) situaciones previas a la implementación de cambios en sus procesos e instalaciones.

1.7.1.2 Metodología utilizada para la valoración de los riesgos debería estructurarse y aplicarse de tal forma que ayude a la institución a:

- a) identificar los peligros asociados a las actividades en el lugar de trabajo y valorar los riesgos derivados de estos peligros, para poder determinar las medidas de control que se deberían tomar para establecer y mantener la seguridad y salud de sus trabajadores y otras partes interesadas.
- b) comprobar si las medidas de control existentes en el lugar de trabajo son efectivas para reducir los riesgos.
- c) priorizar la ejecución de acciones de mejora resultantes del proceso de valoración de los riesgos.
- d) demostrar a las partes interesadas que se han identificado todos los peligros asociados al trabajo y que se han dado los criterios para la implementación de las medidas de control necesarias para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.

1.7.2 Aspectos de la Identificación y Valoración de los Riesgos

Para que la identificación y valoración de los riesgos sean útiles en la práctica, las organizaciones deberían:

- a) Designar personal y proveer los recursos necesarios para promover y gestionar esta actividad.
- b) Enmarcarse bajo la legislación vigente.
- c) Consultar con las partes interesadas pertinentes, comunicarles lo que se ha planificado hacer y obtener sus comentarios y compromisos.
- d) Considerar las disposiciones de seguridad y salud en el lugar de trabajo por evaluar.

- f) Capacitar grupos de personas que participen en la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos, con el objetivo de fortalecer esta actividad
- g) Valorar los riesgos como base para la toma de decisiones en implementación de medidas de control.
- h) Asegurar la inclusión de todas actividades rutinarias y no rutinarias que surjan en el desarrollo de las actividades en el departamento, y
- i) Consultar personal experto en S y SO, cuando la institución lo considere.

1.7.3 Actividades para Identificar y Valorar los Riesgos

Las siguientes actividades son necesarias para que las organizaciones realicen la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos

- a) Definir el instrumento para recolectar la información: una herramienta donde se registre la información para la identificación de los peligros y valoración de los riesgos cuestionario signos y síntomas por exposición al ruido. (Anexo 2).
- b) Clasificar los procesos, las actividades y las tareas: preparar una lista de los procesos de trabajo y de cada una de las actividades que lo componen y clasificarlas; esta lista debe incluir instalaciones, planta, personas y procedimientos.
- c) Identificar los controles existentes: relacionar todos los controles que la organización ha implementado para reducir el riesgo.

Disposición de Planta, Casa de Máquinas, Departamento de Mantenimiento.



Elaborado por: Ing. César Coral

1.8 ÁREAS DE EXPOSICIÓN.

Las áreas de mayor exposición en las que trabaja el personal, dentro del departamento de mantenimiento se identificaron por mediciones cuantitativas mediante un sonómetro determinando áreas con mayor exposición en: calderos, banco de bombas de presión constante, sala de grupo electrógeno, bombas para combustible, taller de soldaduras, de esmerilado, sin descartar otras áreas como los laboratorios de electricidad, electrónica, sala de capacitación, oficinas de coordinación, bodega, como se muestra en el cuadro N.3.3.

1.9 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El departamento debe contar con una herramienta para consignar de forma sistemática la información proveniente del proceso de la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos, la cual debería ser actualizada periódicamente. Para efectos de este estudio se propone la matriz de riesgos de la Guía Técnica Colombiana GTC45.

1.10 EQUIPO EMPLEADO EN MEDICIONES

1.10.1 Sonómetro

El sonómetro es un instrumento que sirve para medir niveles de presión sonora, el nivel de ruido que existe en un lugar y en un momento dado en unidades de decibelios (dB). En los sonómetros la medición puede ser manual, o bien, estar programada dependiendo del modelo. Algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas. Además, hay sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones con antelación.

La norma CEI 60651 y la norma CEI 60804, emitidas por la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional), establecen las normas que han de seguir los fabricantes de sonómetros, por lo que las normas aducidas también se conocen con esta nomenclatura: IEC 60651 (1979) y la IEC 60804 (1985). A partir del año 2003, la norma IEC 61.672 unifica ambas normas en una sola.

1. Referencias: INSHT. (2006). Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido

Sonómetro Integrador / Modelo: SoundPro SP DL-2-1/1

S/N: BHM 120003



Fuente: Oficina de Seguridad y Salud Ocupacional HPGDR.

1.10.2 Especificaciones técnicas

Nombre del Equipo: Sonómetro Integrador

Modelo: SoundPro SP DL-2-1/1

S/N: BHM 120003

- IEC/ANSI: clase 1, estándar SPM
- Decibelímetro integrador: 2
- Analizador de frecuencia en tiempo real
- Analizador de frecuencia A, C, Z (lineal)
- Valoración temporal F, S, I
- Valor umbral: 0-140 dB
- Parámetro de reducción: 3, 4, 5,6 dB
- Espectro de octava: (16 Hz.....16Kz) + - 2 dB

- Espectro de tercios: (12,5 Hz.....20Kz)
- pantalla y teclado iluminado: 128 x 64 píxeles
- Conexión USB
- Inicio y fin programable y activación de nivel
- Registro de datos: Intervalo de registro de: 1, 10, 15, 30, 60 segundos
5, 10, 15, 30, 60 minutos
- Idioma: inglés, español, alemán, francés, italiano y portugués
- Mediciones disponibles: SPL, MAX, MIN, Peak, Ln, Leq, Lavg, SEL, TWA, Taktmax,
DOSIS, DOSIS Exposition
- Baterías: 4 alcalinas: mín. 10 h en funcionamiento continuo
- Conexión Gs externa
- Tensión 9 - 16 V = Entrada: 90 - 264 VV's 50/60 Hz Salida: 9 V =
- Trípode: rosca de 1/4 " en la parte posterior del aparato
- Carcasa: fibra de vidrio de ABS/policarbonato con protección interna EMV
- Peso: 0,54 kg (baterías incluidas)

a) Componentes adicionales

- Software QuestSuite - Pro II - para Windows
- Calibrador de precisión QC-10 o QC-20 para la calibración del sonómetro, aparato de fácil manejo:
94 dB o 114 dB – 250 Hz o 1000 Hz
- Adaptador de red estabilizado adaptador de red especial para la instalación en el sonómetro se incluye en el envío el adaptador de red para 230 VAC

b) Clases. - existen cuatro clases:

Sonómetro de clase 0: se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.

Sonómetro de clase 1: permite el trabajo de campo con precisión.

Sonómetro de clase 2: permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.

Sonómetro de clase 3: es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

La norma IEC 61.672 elimina las clases 0 y 3, restando exclusivamente las clases 1 y 2.

1.10.3 Condiciones de aplicación

La Ley 3/1985, de 18 de marzo, de metrología y el Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida (y que deroga al Real Decreto 1616/1985), definen el campo de aplicación de la Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la realización de mediciones reglamentarias de niveles de sonido audible y de los calibradores acústicos.

Los organismos oficiales, servicios de prevención y usuarios incluidos dentro del campo de aplicación de dicha orden, deberán utilizar una instrumentación que cumpla los requerimientos indicados en la misma, entre los que se encuentran los relativos a: certificado de conformidad, verificación después de reparación o modificación y verificación periódica. Los instrumentos de medida recogidos en esta orden son: sonómetros, medidores personales de exposición denominados dosímetros y calibradores acústicos.

Se consideran mediciones reglamentarias aquellas que se realizan con objeto de cumplir las disposiciones de una ley, toda la instrumentación a la que se hace referencia deberá ser comprobada (sonómetros) y ajustada (dosímetros) mediante un calibrador acústico que cumpla las especificaciones de la norma UNE-EN 60942:2005, antes y después de cada medición o serie de mediciones. Dicho calibrador debe ser verificado periódicamente, según lo establecido en la Orden ITC/2845/2007. En el caso de que algún instrumento sea reparado o modificado, éste deberá pasar la verificación después de una reparación o modificación.

1.10.4. Procedimiento para Mediciones de Ruido

(Guía técnica para evaluación Prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido (INSHT)).

Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la

presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.

1.10.3.1 Número y Duración de las Mediciones.

El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en el presente real decreto.

Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse: a) por suponer que se supera dicho límite o nivel, o b) por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición), hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente.

1.11 DOSIS DE RUIDO

1.11.1 Metodología para obtener la dosis de ruido (DRD).

(Mauricio Sánchez V., Juan Carlos Valenzuela I., Hernán Fontecilla G. Sección Ruido y Vibraciones. Departamento Salud Ocupacional. Instituto de Salud Pública de Chile. Agosto. 2014).

Para determinar la exposición a ruido ocupacional de un trabajador en su lugar de trabajo, es necesario establecer cuál es el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq en de(A)) al que está expuesto, y cuál es el Tiempo de Exposición (Te) a ese nivel, la combinación de estas dos variables nos permitirá saber, entre otras cosas, si el

tiempo durante el cual el trabajador está expuesto al ruido (T_e), es mayor, menor o igual que el tiempo durante el cual el trabajador puede estar expuesto a dicho ruido (T_p), este último regulado por la legislación nacional (Decreto 2393) para un NPSeq determinado, un trabajador no puede estar expuesto durante un tiempo superior al tiempo permitido.

1.11.2 Tiempo de Exposición

Del resultado de la comparación de los dos tiempos (T_e vs T_p), dependerá, entre otros aspectos, la implementación de las medidas de control preventivas o correctivas cuando corresponda. Esta lógica de comparación de los tiempos T_e y T_p en un puesto de trabajo, permite llegar a una conclusión inmediata sobre cuál es el riesgo en dicho puesto arrojando los siguientes criterios:

a) $T_e > T_p$, quiere decir que el trabajador está expuesto más tiempo del que puede resultando en: EXPOSICIÓN CON RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA.

b) $T_e = T_p$, el trabajador está expuesto tanto tiempo como puede, exposición en el límite

Legal pudiendo calificarse este caso:

EXPOSICIÓN CON RIESGO o SIN RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA, *es discutible*.

c) $T_e < T_p$, el trabajador está expuesto menos tiempo del que puede estar:

EXPOSICIÓN SIN RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA.

1.12 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS (Norma GTC 45)

1.12.1 Descripción y Clasificación de los Riesgos

Para identificar los peligros, se recomienda plantear una serie de preguntas como:

- ¿existe una situación que pueda generar daño?
- ¿quién (o qué) puede sufrir daño?
- ¿cómo puede ocurrir el daño?

- ¿cuándo puede ocurrir el daño?

Para la descripción y clasificación de los peligros se podrá tener en cuenta la tabla del Anexo 7, (GTC 45). Este cuadro no es un listado exhaustivo. Las organizaciones deberían desarrollar su propia lista de peligros tomando en cuenta el carácter de sus actividades laborales y los sitios en que se realiza el trabajo.

1.12.2 Identificación de Controles Existentes

Las organizaciones deberían identificar los controles existentes para cada uno de los peligros identificados, y clasificarlos en:

- fuente,
- medio, e
- individuo.

Se deben considerar si en la institución se han implementado los controles administrativos necesarios para disminuir el riesgo, por ejemplo: inspecciones, ajustes a procedimientos, horarios de trabajo, entre otros.

1.12.3 Criterios de Aceptabilidad del Riesgo

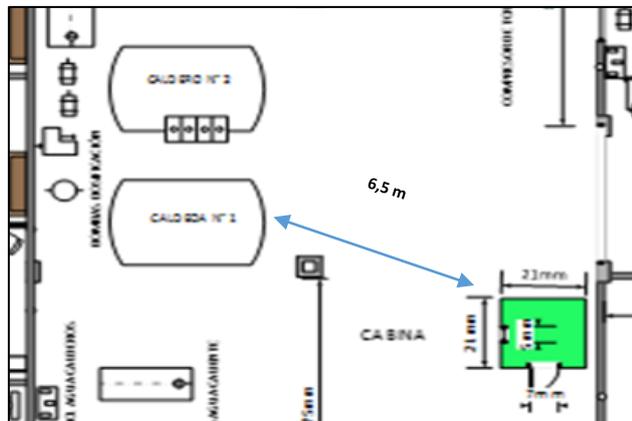
Para determinar los criterios de aceptabilidad del riesgo, se debe tener en cuenta entre otros aspectos, los siguientes:

- cumplimiento de los requisitos legales aplicables y otros
- su política de S y SO
- objetivos y metas de la organización
- aspectos operacionales, técnicos, financieros, sociales y otros, y
- opiniones de las partes interesadas

1.12.4 Ubicación de la Cabina

El emplazamiento final de la cabina una vez construida, será en la parte posterior de la pared donde se encuentra la entrada al taller mecánico, en la casa de máquinas del departamento de mantenimiento, al nor este del departamento a 6,5 m. de distancia medidos desde el pie del caldero N° 1, a la ventana de la cabina de aislamiento, como se muestra en el detalle de la figura.

Distancia: Caldero – Cabina de aislamiento



Elaborado por: Ing. César Coral

CAPITULO II.

2. METODOLOGÍA

El método de investigación cuasi-experimental longitudinal, en razón de existir trastornos causados por exposición a agentes resultantes de actividades laborales, es decir factores de riesgo, deterioro de la audición por ruido, con existencia de factores extra laborales que pueden ser controlados con un antes y un después (en los mismos), de la implementación de mejoras e incidencia en los puestos de trabajo después de una implementación de medios de atenuación y control.

Esta investigación será de campo, aplicada, exploratoria, explicativa y correlacionada, los estudios similares previos referentes al tema, la bibliografía y normas técnicas actuales nos permitirán establecer causalidad y correlacionar las variables estudiadas, (factores de riesgo físico con deterioro de la edición).

La información es recopilada en el departamento de Mantenimiento y sistematizada con la finalidad de probar las hipótesis propuestas.

Durante todo el proceso se aplicarán tantos conocimientos como sean posibles, esperando que los resultados obtenidos puedan contribuir como antecedente bibliográfico para estudios posteriores.

2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Diseño cuasi-experimental.** - Los diseños cuasi-experimentales tienen el mismo propósito que los estudios experimentales: probar la existencia de una relación causal entre dos o más variables. Cuando la asignación aleatoria es imposible, los cuasi-experimentos (semejantes a los experimentos) permiten estimar los impactos del tratamiento o programa, dependiendo de si se llega a establecer una base de comparación apropiada.

La descripción propuesta por Hedrick et al. (1993) es la siguiente:

Otras definiciones como por ejemplo la de Van Dalen y Meyer (1971), debido al deficiente control que implican las investigaciones cuasi experimentales, se refieren a ellas con el nombre de investigaciones con control parcial.

- **Investigación longitudinal.** -En ciertas ocasiones el interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo en determinadas variables o en relaciones entre éstas. Entonces se dispone de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados para hacer referencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

(C. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, Dra. Pilar Baptista Lucía. 1997).

2.2 EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN ES CUASI EXPERIMENTAL-LONGITUDINAL.

En razón de tomar como punto de partida, una evaluación general del riesgo físico empleando el método general de evaluación propuesto por la GTC 45 de la Normativa Técnica Colombiana, no se considera los factores externos al puesto de trabajo y que inciden también en los trastornos de los trabajadores.

Como complemento de los resultados obtenidos se aplican conforme el mismo criterio, métodos de evaluación específicos y de ellos se parte para la elaboración del programa de higiene ocupacional para la mitigación y control de lesiones debidas a exposición al factor de riesgo en este caso físico en los Técnicos del Departamento de Mantenimiento del HPGDR, mediante los cuales se podrá establecer las condiciones laborales, un antes y un después, antes con presencia de factores de riesgo no controlados y un después con medios de atenuación y control de los mismos.

2.3 TIPOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 Según el Lugar

a) **De campo.** - Porque constituye un proceso sistemático, riguroso y racional de recolección, tratamiento, análisis y presentación de datos basados en una estrategia de recolección directa de la realidad de informaciones necesarias para la investigación, que es de tipo de verificación de hipótesis, mediante las cuales sea posible establecer relaciones entre variables con la finalidad de explicar el comportamiento del fenómeno objeto del estudio. El levantamiento de información se la realiza in situ, para establecer la relación causa efecto entre la exposición a los factores de riesgo y las lesiones que padecen los trabajadores.

2.3.2 Según los Objetivos

b) **Aplicada.** - Porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. Morillo (2008). Se aplican los conocimientos previos y a través de la implementación de los medios de atenuación, y ampliar el conocimiento sobre las lesiones sufridas por los trabajadores y su mitigación.

2.3.3 Según el Nivel

a) Exploratoria Explicativa-Correlacionar.

- Los estudios exploratorios se realizan cuando el objeto es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado.
- Los estudios explicativos, están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales.
- Los estudios correlacionales miden dos o más variables que se pretende ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación.

(C. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, Dra. Pilar Baptista Lucia. 1997).

En el presente caso, es exploratoria al no existir estudios ergonómicos similares anteriores, es explicativa porque existen métodos de evaluación que permiten determinar los niveles de riesgo potencial para causar lesiones en los trabajadores y correlacionar porque se presume en la fase inicial la relación causa efecto: exposición a factores de riesgo físicos y lesiones presentes en los trabajadores.

Al estar los lugares de trabajo del personal del departamento de mantenimiento agrupados en un mismo sitio se aplicará a todos por igual y tras el conocimiento de los orígenes de sus dolencias, se plantea un medio de mitigación y control.

2.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

Se emplean los siguientes métodos:

2.4.1 Método Inductivo.

La inducción va de lo particular a lo general, se emplea el método inductivo cuando de la observación de los hechos particulares obtenemos proposiciones generales.

Se parte de la observación de hechos particulares en el departamento, que permitan tener parámetros similares de las casas de máquinas, y poder obtener valores generalizados de estudio.

a) Análisis – Síntesis

Una comprensión adecuada de los métodos exige como en este caso asumir los dos aspectos de manera simultánea o integral por cuanto existe correspondencia en empezar a detallar los elementos de un fenómeno (análisis) con la reconversión como suma de las partes o totalidades se considera como las dos caras de la moneda en la que

necesariamente para que exista una debe existir la otra porque de lo contrario se pierde la originalidad del método.

Debido a las características de los procedimientos en el departamento de mantenimiento, se presume que existe Pérdida Auditiva Inducida por Ruido (PAIR), esto se presume, se debe al factor de riesgo físico ruido y viceversa; la presencia de factor de riesgo físico ruido, generan PAIR.

2.4.2 Método hipotético deductivo

Un investigador propone una hipótesis como consecuencia de sus inferencias del conjunto de principios y leyes más generales. Arriba a la hipótesis mediante procedimientos deductivos.

En el presente estudio, se plantean las hipótesis conformes los criterios de evaluación de las condiciones de trabajo con exposición al ruido, los cuales permiten validarlos a través de la deducción de su influencia en la salud de los trabajadores.

2.5 TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de la investigación, se hace uso de las siguientes técnicas e instrumentos de investigación:

- Encuesta: Preguntas para identificar los peligros.
- Observación: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los Riesgos de Seguridad y Salud Ocupacional
- Entrevista: Durante turnos de trabajo.
- Medición: Se emplea Sonometro Integrador tipo 1

2.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

a) Población.

El estudio se aplica a los Técnicos del Departamento de Mantenimiento del HPGDR. en un número de 21.

Población del Departamento de Mantenimiento del HPGDR

HOMBRES	MUJERES	TOTAL
21	0	21

Fuente: Departamento de Mantenimiento HPGDR.
Elaborado por: César Coral

b) Muestra.

El estudio se aplica a la totalidad de la población.

2.7 PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Para el análisis e interpretación de resultados, el presente trabajo observa las siguientes etapas:

- Recopilación e investigación bibliográfica.
- Identificación y valoración de riesgos de Seguridad y Salud Ocupacional en campo.
- Referencia en preguntas 2.3.1 y 3.2.3.2 de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 y INSHT, Ruido Evaluación y acondicionamiento. C/ Torrelaguna, 73. 28027 Madrid.
- Mediciones, estrategia de muestreo y propuesta de medida correctiva.
- Implementación de un medio de control del ruido aéreo para reducir la exposición en el Personal del Departamento de Mantenimiento del HPGDR.
- Determinación de insonorización.
- Diseño de cabina aislamiento acústico
- Planteamiento y aplicación de las medidas de mitigación técnicas y propuestas.

- Relación de los Resultados antes y después de la implementación de la cabina.

2.8 HIPÓTESIS

2.8.1 HIPÓTESIS GENERAL

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del hospital provincial general docente Riobamba, disminuye los niveles de exposición en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015, evitando la pérdida auditiva inducida por ruido.

2.8.2 Hipótesis Específica N° 1

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, disminuye los niveles de exposición durante el funcionamiento de un caldero y otros equipos reduciendo el ruido en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

2.8.3 Hipótesis Específica N° 2

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, disminuye los niveles de exposición durante el funcionamiento de dos calderos y otros equipos reduciendo el nivel de ruido en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

2.9 OPERATIVIDAD DE LAS HIPÓTESIS

2.9.1 Operatividad de las Hipótesis Específica 1

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, disminuye los

niveles de exposición durante el funcionamiento de un caldero y otros equipos reduciendo el ruido en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

2.9.2 Operatividad de las Hipótesis Específica 2

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, disminuye los niveles de exposición durante el funcionamiento de dos calderos y otros equipos reduciendo el ruido en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

Operatividad de la propuesta

Programa	Actividades	Etapas	Responsable	Evaluación
Identificación de factores de riesgo físico	Recopilación de la información necesaria utilizada para la identificación de los factores por los cuales se producen por las molestias del sistema auditivo en los operadpores de calderos y definir las mejores alternativas para mejorar suambiente de trabajo	-Establecer los factores de riesgo físico -Consultar opciones de control	Ing. César Coral	Mejor alternativa de solución que disminunya el factor de riesgo físico
Diseño de la cabina	Selección de materiales y dimensiones de la cabina a ser diseñado y construido para reducir la exposición de los técnicos de mantenimimiento	Selección de - Selección de los materiales empleados -Dimensionamiento adecuado según los criterios de diseño a implementar	Ing. César Coral	Elementos de seguridad de la cabina Calidad de los materiales utilizadosy dimensiones apropiadas
Proceso de construcción	Elaborar diagrama de procesos a emplear durante la etapa de construcción de forma que optimice recursos, empleo adecuado del dispositivo de manera que garantice la efectividad del equipo	-Elaborar diagramas de procesos -Elaborar planos del equipo	Ing. César Coral	Hojas de proceso planos de construcción
Construcción	Se realiza la construcción de la	-Construcción de la cabina	Ing. César Coral	Empleo y mediciones

	cabina y el montaje en el sitio para establecer las ventajas al reducir la exposición durante la operación en los operadores de calderos	-Pruebas in situ		en el interior de la cabina
Evaluación del riesgo físico	Se evalúa después de la implementación para establecer la variación en los niveles de exposición al ruido en los operadores de calderos	-Evaluar los riesgos según la normativa GTC 45	Ing. César Coral	Niveles de riesgo físico

Elaborado por: César Coral

CAPÍTULO III

3. LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS

3.1 TEMA.

Construcción de una Cabina de Aislamiento Acústico para operadores de calderos del departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

3.2 PRESENTACIÓN.

El Hospital Provincial General Docente Riobamba (HPGDR), que está ubicado la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, es una institución orientada a garantizar atención oportuna e integral de salud a través de la implementación de políticas del estado con calidad, calidez, eficacia y eficiencia para la población que demanda los servicios de atención preventiva, curativa y de rehabilitación, sin discrimen, con talento humano calificado y basado en el trabajo interdisciplinario, que cubre la demanda de atención en salud de la población de la ciudad y parte de la zona de salud N° 3 del Ministerio de Salud Pública (MSP).

Las formas de organización del trabajo con jornadas laborales prolongadas, conforme distribución de talento humano de 11 horas laborables por día y cada dos días, han dado lugar al surgimiento de nuevas patologías como alteraciones en el comportamiento de los trabajadores y trastornos del sistema auditivo derivados del trabajo.

La prevención de riesgos laborales supone una vigilancia continua de las capacidades físicas y psíquicas de los trabajadores relacionados con su puesto de trabajo y el entorno adecuado que le permitirá conservar el bienestar físico, mental, social y evitar daños causados por condiciones adversas en su puesto de trabajo. Siendo los factores de riesgo causantes de trastornos y alteraciones en el trabajador es imperativo identificarlos y valorarlos para poder adoptar acciones que mejoren las condiciones en los puestos de trabajo según el marco legal vigente.

La Cabina de Aislamiento Acústico, actuará como medida preventiva ante la “Pérdida Auditiva Inducida por Ruido” y en el caso de estar ya presente, establecerse como un medio técnico de mitigación y control, para preservar en lo posible, la salud del personal del Departamento de Mantenimiento del Hospital.

3.2.1 Política De Seguridad e Higiene del Hospital Provincia General Docente de Riobamba

Dedicada a prestar servicios de salud a la comunidad, con la finalidad de salvaguardar la vida de todos los ciudadanos.

Se asignarán los recursos económicos, humanos, materiales e insumos médicos necesarios para alcanzar las metas trazadas, cumpliendo con las disposiciones legales vigentes del Ministerio de Salud Pública.

Establecerá y mantendrá un ambiente seguro y saludable, aplicando el principio básico de la Prevención de Riesgos.

Se revisará y evaluará periódicamente su actuación para mejorar continuamente, y hacer de nuestro Hospital un equipo eficiente, participativo, sano y seguro, para brindar una atención de calidad y calidez del usuario interno y externo.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo General

Implementar una Cabina de Aislamiento Acústico para operadores de calderos del Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

3.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, para disminuir los niveles de

exposición durante el funcionamiento de un caldero y otros equipos reduciendo el ruido en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

- Implementar la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, para disminuir los niveles de exposición durante el funcionamiento de dos calderos y otros equipos reduciendo el ruido en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

3.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El trabajo desarrollado por los operadores de calderos es muy importante para el normal desarrollo de las actividades diarias del Hospital Provincial, pero éste trabajo involucra actividades que se realizan con riesgo, es decir en nuestro estudio la mayor parte de duración de la jornada laboral la realiza bajo niveles de presión sonora (ruido) que está por encima de los 85 (dBA), que es máximo permitido para 8 horas por el decreto Ejecutivo 2393, siendo esta la razón primaria para tomar medidas de intervención necesarias.

Para el caso de aparición de afecciones del sistema auditivo, no se cuenta con un dispositivo que pueda prevenir en medida de lo posible la aparición de estas afecciones que puedan derivar en la pérdida auditiva inducida por ruido.

Actualmente los operadores de calderas realizan sus actividades sin ningún medio de control, siendo necesario conocer también los distintos factores de riesgo que intervienen como por ejemplo la dosis de ruido.

3.5. CONTENIDO

3.5 DOSIS DE RUIDO

Corresponde a la energía sonora total que un trabajador puede recibir durante la jornada laboral, para que el riesgo de pérdida auditiva al cabo de un día laboral esté por debajo de su valor de seguridad. Esta dosis sirve para establecer criterio de acciones a tomar.

Es el porcentaje de exposición diaria máxima permisible al ruido, (Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 6 de febrero de 2003), sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los factores de riesgo físicos.

3.5.1 ¿Qué es la dosis de ruido?

La Dosis de Ruido se puede entender como la energía sonora que una persona recibe durante su jornada de trabajo diaria, expresada en función del tiempo, la dosis de ruido se define como la relación entre el tiempo de exposición (T_e) a un determinado nivel de ruido y el tiempo permitido (T_p) para que el trabajador permanezca expuesto a ese nivel de ruido sin riesgo de pérdida auditiva. Se expresa a través de la siguiente relación:

$$Dosis = \frac{T_{exposición}}{T_{permitido}} = \frac{T_e}{T_p}$$

De donde:

$$T_e = Dosis \times T_p$$

Como observamos la dosis es un valor adimensional que entrega información acerca de cuantas veces un trabajador está expuesto a ruido (T_e), en comparación con el tiempo máximo permitido durante el que puede estar expuesto a dicho ruido (T_p), así a partir de un valor de dosis conocido se puede analizar la exposición, aunque a primera instancia no se conozca el tiempo de exposición ni el nivel, al cual está expuesto el trabajador, así pues para un valor de dosis conocido igual a 2 la ecuación queda:

$$T_e = 2 \times T_p$$

Se puede afirmar inmediatamente que T_e es el doble de T_p , sin necesidad de saber cuál es el valor preciso de ninguno de los dos, en este caso se puede asegurar inmediatamente que el trabajador está expuesto al doble de la energía que debería recibir. Considerando este análisis, si se tienen varios puestos de trabajo y se establece la exposición en cada uno en función de la Dosis de Ruido, no sólo se conocerán los valores de exposición, sino que, además, se pueden hacer comparaciones inmediatas

entre todos ellos. Existen diferentes metodologías que permiten llegar a la obtención de la Dosis de Ruido Diaria.

3.5.2 Dosis de Ruido Diario (DRD).

Al ser necesario comparar dos puestos de trabajo iguales o diferentes, entre los que, tanto el Nivel de Ruido (NPSeq) como el Tiempo de Exposición (Te) sean distintos, es decir, si consideramos a dos trabajadores, de dos puestos de trabajo iguales o diferentes, que están expuestos a distintos NPSeq entre ellos y durante un Tiempo de Exposición diferente: ¿Cuál recibe mayor energía acústica (Nivel y Tiempo)? ¿Cuál tiene mayor exposición? ¿Cuál de los dos se encuentra en mayor riesgo de pérdida auditiva por exposición a ruido?, Se plantea una disyuntiva que puede sesgar en algo la información recolectada.

Esta disyuntiva se puede resolver utilizando un descriptor (o forma de caracterizar el ruido) que permita relacionar los parámetros nivel de ruido y tiempo de exposición, y de esa manera, expresar la exposición del trabajador en función de una sola variable que facilite la interoperación inmediata entre distintos puestos de trabajo, esta variable es la DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD), un parámetro que permite relacionar el nivel de ruido en un puesto de trabajo con un (NPSeq), con su correspondiente tiempo permitido (Tp) y con el tiempo de exposición a ruido del trabajador (Te).

3.5.2.1 Métodos Para la Obtener de la Dosis de Ruido Diaria

Teniendo en cuenta los conceptos relacionados con la Dosis de Ruido, se analizarán técnicamente 3 metodologías distintas para la obtención de la DRD:

1. Medir la DRD directamente, durante un Tiempo de Medición (Tm) que abarque la totalidad del Tiempo de Exposición (Te) del trabajador.
2. Obtener la DRD a partir de una Dosis Medida durante un Tiempo de Medición (Tm) inferior al tiempo permitido (Tp).
3. Calcular la DRD a partir del NPSeq representativo medido en el puesto de trabajo.

3.5.2.2 Medición de la Dosis de Ruido Diaria.

Una de las formas para determinar la Dosis de Ruido Diaria (DRD) en un puesto de trabajo, es medirla directamente durante un tiempo de medición que abarque el 100% del (Te), del trabajador, utilizando un instrumento de medición sonora denominado Dosímetro de Ruido.

3.6 CONFIGURACIÓN DEL DOSÍMETRO PARA OBTENER UNA (DRD).

El Dosímetro de ruido, es un sonómetro integrador para un margen de frecuencias de 63 a 8000 Hz y un rango de presión acústica de 80 a 130 (dBA), Es un equipo diseñado para medir exposición sonora y el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq) y a partir principalmente de este valor, entregar la dosis de ruido. Este proceso de obtención de la dosis a partir del NPSeq dependerá de la configuración de 4 parámetros internos del dosímetro, directamente relacionados con la normativa legal de cada país, en función de los límites máximos permisibles de exposición, considerando lo señalado en el Decreto 2393, para una medición correcta de la dosis de ruido la configuración de estos 3 parámetros debe ser la siguiente:

1. Tiempo Criterio: $T_c = 8$ horas
2. Nivel Criterio: $L_c = 85$ dB(A)
3. Razón de Cambio: $q = 5$

Los parámetros de medición deben configurarse de forma directa o a través del software correspondiente, que permiten obtener un valor real de exposición en los puestos de trabajo evaluados, a partir del cual se pueda concluir con certeza si el trabajador está expuesto con riesgo o sin riesgo de pérdida auditiva, de esta conclusión dependerá, entre otros aspectos, la implementación de las medidas de prevención, control.

3.6.1 Considerando la definición de dosis de ruido. ¿de dónde obtiene el dosímetro el tiempo permitido (Tp)?

El Tp es el tiempo máximo permitido al que puede estar expuesto un trabajador, dependiendo del Nivel de Ruido (NPSeq a dB(A)) que exista en su puesto de trabajo y en función de lo establecido en la legislación vigente.

Como se mencionó anteriormente, el Dosímetro de ruido mide NPSeq en dB(A). Para cada NPSeq medido hay asociado un Tiempo Permitido (Tp) específico, cuyo valor depende de lo establecido en la legislación de cada país.

3.7 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO FÍSICO.

3.7.1 Fase Experimental

Para el desarrollo del presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- a. Elaborar una lista de las fuentes de ruido
- b. Monitoreo del ruido en diferentes puntos internos de Casa de Máquinas, (sonómetro integrador Sonómetro Integrador, Modelo Soun Pro SP DL-21/1 SN BHM 120003).
- c. Realizar encuesta a los trabajadores de casa de máquinas para recopilar información (enfocada a la influencia del ruido).
- d. Diseño de una Cabina Acústica.

3.7.2 Fase de Diagnóstico

El diagnóstico previo fue realizado mediante la evaluación de los factores de riesgo con el método establecido en la norma GTC 45 en sus literales 3.2.3 y 3.2.4 (Preguntas para identificación de peligros), consultándose además la normativa del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Más la medición y evaluación del factor de riesgo físico ruido de acuerdo al decreto Ejecutivo 2393.

3.7.3 Fase de Diseño

Comprenderá el diseño de atenuación acústica y con la investigación realizada se podrá presumir la causa efecto de las afectaciones que sufren los trabajadores y justificar la implementación de la cabina de aislamiento y en un posterior seguimiento verificar la eficacia de su aplicación es decir un antes y un después.

3.8 DIAGNÓSTICO INICIAL CASA DE MÁQUINAS.

Al inicio es preciso realizar una inspección in situ del Departamento de Mantenimiento del HPGDR, para poder determinar las condiciones de trabajo dentro de la casa de máquinas y poder determinar los riesgos posibles derivados por el funcionamiento continuo de los equipos.

3.8.1 Fuentes de Ruido en Casa de Máquinas

El primer paso es listar las fuentes de ruido tanto las que producen ruido aerodinámico y las que generan ruido mecánico, tal como se indica en el cuadro N° 3.3.

3.8.2 Caldera de Generación de Vapor

Calderos para generación de vapor del HPGDR

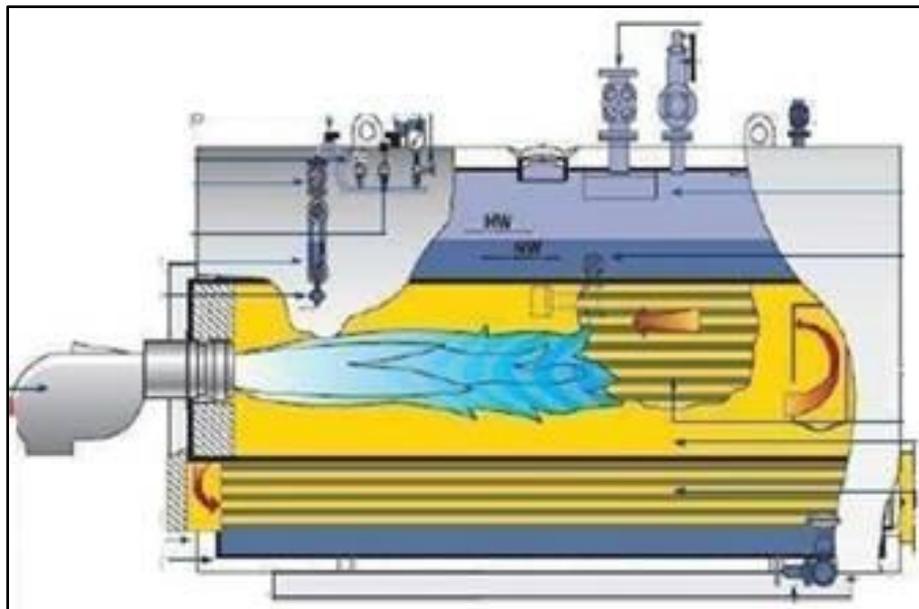


Fuente: Departamento de Mantenimiento del HPGDR
Elaborado por: Ing. César Coral

a) Descripción

Es un conjunto de equipos compuestos por: horno (u hogar), cámaras de agua(o evaporador), quemadores, sobre calentadores, recalentadores, economizador y precalentado de aire. Las calderas son dispositivos de ingeniería diseñados para generar vapor saturado (vapor a punto de condensarse) debido a una transferencia de calor, proveniente de la transformación de la energía química del combustible mediante la combustión, en energía utilizable (calor), y transferirla al fluido de trabajo (agua en estado líquido), el cual la absorbe y cambia de fase (se convierte en vapor). El término de caldera ha sido por mucho tiempo utilizado y los dos términos se usan indistintamente. Es común la confusión entre los términos de caldera y generador de vapor, pero la diferencia es que el segundo genera vapor sobrecalentado (vapor seco) y el otro genera vapor saturado (vapor húmedo). La producción de vapor a partir la combustión de combustibles fósiles se utiliza en todo tipo de actividad industrial e institucional.

Estructura Interna Caldera Piro-tubular



Fuente: Calderas Continental, Manual de operaciones y mantenimiento E52c30c-2G

b) Caldero No.1.-de tipo acuatubular con dos domos, de tipo colgante, parrilla viajera y con equipo colector de gases y partículas, con capacidad de generación de vapor de 143,325 libras de vapor por hora, con una presión de 320 psi y temperatura de 608°F.

c) **Caldero No.2.-** de tipo acuatubular con dos domos, tipo fija, parilla viajera y con una capacidad de generación de vapor de 143,325 libras de vapor por hora, con una presión de 320 psi y temperatura de 608°F.

3.9 METODOLOGÍA PARA MONITOREO DEL RUIDO

Los puntos de muestreo para el monitoreo de ruido fueron seleccionados por medio de los resultados de la encuesta, los mismos que se determinaron en función de las máquinas y equipos más ruidosos. Se establecieron 10 puntos donde el personal pasa expuesto la mayor parte del tiempo, monitorizando el ruido desde el mes de enero hasta junio del 2015 obteniendo datos correlacionales con el número de equipos de generación funcionando simultáneamente.

3.9.1 Monitoreo de las Fuentes de Ruido (Martínez & Romieu, 1997)

Un monitoreo es un proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de su gestión. Para el efecto se establecieron puntos previamente elegidos por el personal y de acuerdo a la disposición de las fuentes generadoras de ruido, realizando monitoreos como se detallan en la tabla.

Resumen mediciones de Ruido Realizadas antes de la Implementación.

FECHA	PUNTOS DE MEDICION	MEDICION dB	CUMPLE NORMA	PROTECCIÓNACTUAL
SALA DE MAQUINAS				
01/02/2015	CALDEROS	92,3	no	solo EPI
02/05/2015	GRUPO ELECTROGENO	103,6	no	solo EPI
03/10/2015	BANCO DE PRESION CONSTANTE	88,9	no	solo EPI
01/02/2015	BOMBAS DE COMBUSTIBLE	81,4	si	solo EPI
03/10/2015	AREA DE SOLDADURA Y ESMERILADO	96,5	no	solo EPI
01/02/2015	BODEGA	83,3	si	solo EPI

Fuente: Departamento de Mantenimiento Hospital Provincial General Docente Riobamba

Elaborado por: Ing. César Coral

3.10 ENCUESTA

Con el propósito de recabar la mayor cantidad de información posible, se realiza una encuesta dirigida a todo el personal técnico del Departamento de Mantenimiento. Los resultados se muestran en el cuadro N° 4.8.

3.10.1 Metodología de la encuesta (GTC 45)

En el mes de enero del 2015, se realizó un cuestionario a los trabajadores que están expuestos al ruido en Casa de Máquinas, orientada a recabar de los trabajadores información sobre:

- El tiempo de exposición al ruido a que un operador está sometido diariamente.
- Como las personas consideran su área de trabajo en función al ruido.
- Posible afectación a la salud como consecuencia del ruido.
- Medidas de protección utilizadas.
- Percepción sobre el ruido de las máquinas.
- Sugerencias de mitigación para disminuir la contaminación acústica.

a) Las áreas mencionadas tienen los siguientes turnos de trabajo:

- Turno N°1: 5 días de trabajo y 2 días de descanso. 8 horas de exposición
- Turno N°2: 1 día de trabajo y 1 día de descanso. 11 horas de exposición

Nomina personal de Planta del Departamento de Mantenimiento.

Nómina del personal del Departamento de mantenimiento del HPGDR	
NOMBRE	CARGO
Ing. Raúl Altamirano	Analista de Mantenimiento 5
Ing. David Huilca	Analista de Mantenimiento 3
Ing. Jimmy Delgado	Analista de Mantenimiento 3
Ing. Juan Vargas	Analista de Mantenimiento 2

Ing. César Coral	Analista de Mantenimiento 2
Ing. Washington Garrido	Analista de Mantenimiento 3
Ing. Oswaldo Orozco	Analista de Mantenimiento 2
Lic. Hugo Miranda	Técnico área Electrónica
Tlgo. Alfredo Cañizares	Calderista
Tlgo. Edison Vilema	Calderista
Tlgo. Gerardo Suasnabas	Calderista
Tlgo. Lenin Ulloa	Calderista
Tec. Carlos Barros	Técnico área Mecánica
Tec. Washington Maji	Técnico área Mecánica
Tec. Carlos Guadalupe	Técnico área Eléctrica
Tec. Galo González	Técnico área Hidrosanitario
Tec. Luis Vinuesa	Técnico área Mecánico
Tec. Julio Robalino	Técnico área Hidrosanitario
Arq. Gerardo Tixi	Técnico área Activos Físicos
Sr. Francisco Gualan	Albañilería
Sr. Segundo Tixi	Albañilería
Total	21

Fuente: Departamento de Mantenimiento Hospital Provincial
General Docente Riobamba
Elaborado por: Ing. César Coral

3.10.2 Aplicación de encuesta.

La encuesta se realiza en sitio. Cabe mencionar que, durante el desarrollo de la misma, se solicita a los trabajadores informen si reciben atención médica en el IESS, en el Ministerio de Salud Pública o de forma particular.

3.11 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

El ruido es uno de los agentes contaminantes más habituales en los puestos de trabajo, tanto en el sector servicios como en el industrial. La relación entre la exposición laboral al ruido y sus efectos auditivos es bien conocida pero existen otros efectos difíciles de valorar relacionados al ruido, que comprenden desde una “simple” molestia hasta alteraciones fisiológicas en diferentes órganos, no solamente en el oído (trastornos cardiacos, presión arterial inestable, trastornos estomacales, trastornos nerviosos, cansancio o fatiga, dolores de cabeza, insomnio, etc.), distracciones, interferencias en la

comunicación o alteraciones psicológicas (irritabilidad, tensión, agresividad, etc.), disminución del rendimiento y efectos en el desempeño de la tarea. Hay que destacar que todos estos efectos tienen importantes consecuencias económicas y sociales. Como dedicamos gran parte del tiempo a trabajar, cualquier persona que realice un trabajo está expuesta durante un tiempo igual al ruido, el mismo que debería ser eliminado o reducido para así poder evitar daños a la salud, porque es un error considerar que el ruido es inherente al desempeño de nuestra tarea, aunque ya estemos acostumbrado a su presencia.

3.11.1 Cefaleas. (OMS)

Las cefaleas (caracterizadas por dolores de cabeza recurrentes) son uno de los trastornos más comunes del sistema nervioso. Son trastornos primarios dolorosos e incapacitantes como la jaqueca o migraña, la cefalea tensional y la cefalea en brotes. También puede ser causada por muchos otros trastornos, de los cuales el consumo excesivo de analgésicos es el más común.

3.11.2 Estrés laboral.

Un ejemplo clásico de estrés laboral sería el síndrome de Burnout o síndrome del trabajador quemado, que suele darse en aquellos puestos de trabajo relacionados con atención al público. Este tipo de puestos, en muchas ocasiones van acompañados de una sobrecarga laboral (por ejemplo, por una exposición continua a reclamaciones o quejas de clientes), lo que genera una situación de estrés permanente y acumulativo en el empleado. Finalmente, el trabajador pierde toda motivación y se produce una dinámica mental negativa que le hace percibir cada nueva jornada laboral como interminable.

3.11.3 Hipoacusia Conductiva o de transmisión.

Cuando existe un obstáculo en el mecanismo de transmisión del oído (bien en el conducto auditivo externo, la membrana timpánica o la cadena acicular), pero el oído interno no se encuentra dañado.

3.11.4 Tinnitus.

También llamados tinnitus o zumbidos del oído, son percepciones sonoras que aparecen en ausencia de estímulo sonoro exterior.

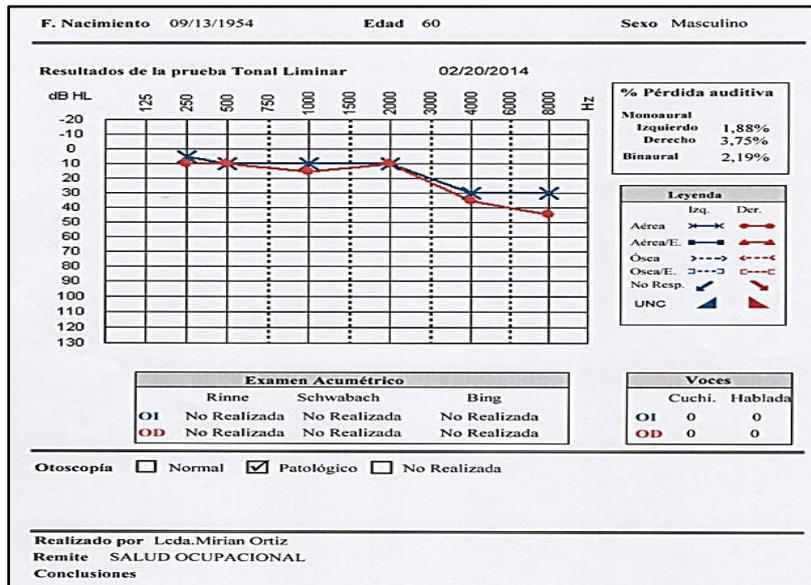
3.11.5 Diploacucia.

Significa audición doble, y hace referencia a una alteración en la percepción de la frecuencia de los sonidos. Indica, por lo general, una alteración de las células ciliadas del órgano de Corti, y suele acompañar, a ciertas hipoacusias neurosensoriales de tipo coclear. Se diferencia entre.

3.11.6 Pérdida de Audición Inducida por Exposición al Ruido.

Se denomina desplazamiento del umbral a la diferencia entre los niveles (medidos en decibelios) del umbral de audición medidos antes y después de la exposición al ruido. (si el oído se recupera completamente después de la exposición al ruido, el umbral se reduce a cero, se dice que es transitorio o temporal; en caso contrario, el desplazamiento es permanente.

Audiometría de un trabajador del departamento de mantenimiento.



Fuente: Servicio de audiometrías consulta externa H PGDR

Elaborado por: Ing. César Coral

3.12 MATRIZ DE RIESGOS LABORALES

Una matriz de riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar efectivamente cuales son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta una organización. Su llenado es simple y requiere del análisis de las tareas que desarrollan los trabajadores. Para la ejecución de esta es necesario identificar los potenciales factores de riesgo en este caso riesgos según norma GTC45. En esta matriz de control se toma en cuenta los peligros, controles existentes, se evalúan y valora riesgos, se establecen criterios para establecer los controles y finalmente las medidas de intervención a tomar; en este caso enfocado únicamente al control del ruido, como se detalla a continuación.

3.12.1 Factores de Riesgo

(Restrepo, 1994), señala que un factor de riesgos es un rasgo o una característica de una persona para que aumente si probabilidad de sufrir una lesión y/o enfermedad y están clasificados en:

3.7.1.1. Riesgos Físicos

Ruido, temperaturas extremas, ventilación, iluminación, presión, radiación y vibración; los cuales actúan sobre el trabajador y que pueden producir efectos nocivos dependiendo del tiempo de exposición por encima de los niveles permitidos.

3.7.1.2. Riesgos químicos

Producido por una exposición no controlada a sustancias químicas, produciendo afecciones crónicas; los más comunes son los aerosoles, humos, neblinas, polvos, líquidos, gases y vapores.

3.7.1.3. Riesgos mecánicos

Derivados máquinas y equipos en funcionamiento, herramientas, elementos o partes de máquinas, máquinas herramientas, piezas a trabajar, materiales proyectados, solidos o fluidos.

3.12.1.1 Riesgos biológicos

Derivados de organismos vivos: bacterias, virus, hongos, rickettsias, picaduras, mordeduras, parásitos, fluidos o excrementos amales.

3.12.1.2 Riesgos biomecánicos

Posturas, esfuerzos y movimientos (prolongados, mantenidos, forzados, anti gravitacional, movimiento repetitivo inadecuados.

3.12.1.3 Riesgos psicosociales.

Gestión organizacional, estilo de mando, pago, contratación, inducción y capacitación, bienestar social, evaluación del desempeño, manejo, ascensos, cambios, comunicación, tecnología, organización del trabajo, características del grupo social de trabajo en equipo, interrelaciones, condiciones de tareas, definición de roles, monotonía, reconocimiento, autonomía de trabajo horarios nocturnos.

3.13 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (Normativa GTC 45)

Se emplea para levantar información que nos permite identificar los riesgos y los factores de riesgos existentes en los puestos de trabajo durante las labores realizadas en el Departamento de Mantenimiento, en este método se integra un marco de principios, prácticas y criterios para la implementación de la mejor práctica en la identificación de peligros y la valoración de riesgos, en el marco de la gestión de riesgos de seguridad y salud ocupacional. Ofreciéndonos un modelo claro, y consistente para la gestión, su proceso y sus componentes. Este proyecto tiene en cuenta los principios fundamentales de la norma NTC-OHSAS 18001 y se basa en el proceso de gestión del riesgos

desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT), al igual que modelos de gestión de riesgos como la NTC 5254, que involucra el establecimiento del contexto, la identificación de peligros, seguida del análisis, la evaluación, el tratamiento y el monitoreo de los riesgos, así como el aseguramiento de que la información se transmite de manera efectiva. Este método identifica los riesgos de exposición mientras los trabajadores ejecutan las labores en sus puestos de trabajo, con el objetivo principal de identificar los riesgos en cada uno de los puestos de trabajo que serán el justificativo para establecer medidas de control y atenuación incidiendo primero en la fuente, luego en el medio y finalmente y si no existe ninguna otra alternativa en el individuo, atacando el riesgo como un conjunto y no de manera aislada.

El proyecto evalúa a los operadores de calderos del departamento de mantenimiento expuestos al ruido y mediante una valoración determina la probabilidad de ocurrencia, gravedad del daño y vulnerabilidad de la gestión, las repercusiones en la salud del trabajador para respaldados en estas valoraciones adoptar medidas técnicas para controlar los riesgos a corto, mediano o largo plazo durante todas las actividades desarrolladas por el personal durante la operación de los calderos; encendido de bombas. Purga de fondos. Purgas de nivel. Manejos de caga, control de ciclos de combustión, mantenimientos, entre otros.

3.14 MATRIZ DE RIESGOS LABORALES (NORMA GTC45)

Cuadro N. 3.5. Matriz de Control de Riesgo.

Proceso	Zona / Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario	Peligro		Efectos posibles	Controles			Evaluación del riesgo					Valoración del riesgo	Criterios para establecer controles			Medidas Intervención					
					Descripción	Clasificación		Fuente	Medio	Individuo	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad	Nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia		Nivel de Riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Nro. Expuestos	Peor Consecuencia	Existencia Requisito Legal Especifico Asociado (SI o No)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería
ANALISIS																									
Departamento de Mantenimiento	Sala de Máquinas Departamento Mto.	Funcionamiento de calderos, Operación mantenimiento equipos	Encendido, control, generación de vapor, purgado, mto	Si	Exposición a ruidos y vibraciones	Físico	Hipoacusia	Ninguno	Ninguno	EPIs, tapones orejeras	6	4	24	MUY ALTO	25	600	I	No Aceptable	6	PAIR Sordera Profesional Hipoacusia	SI	NO	Implementar a la cabina de aislamiento acústico como barrera contra el ruido aéreo	Generar y aplicar de un análisis de trabajo seguro previo a la ejecución de una tarea.	Dotar a los trabajadores de EPIs, para protección de acuerdo al estándar de protección establecido por la organización.
					No Empleo o empleo inadecuado de EPP	Biológico	Infecciones sistema auditivo	Ninguno	Ninguno	Uso de tapones	2	3	6	MEDIO	10	60	III	Aceptable	3	Infecciones auditivas	SI	NO	Uso de Protección auditiva a medida y ergonómica.	Uso de protección auditiva según normativa y criterio OSS.	Capacitaciones

3.14.1 Identificación de los riesgos

Con los datos obtenidos con ayuda de la encuesta aplicada y luego del procesamiento de resultados, mediante el empleo de la norma GTC45. En la tabla de peligros que consta en la en esta norma, podemos determinar que el riesgo al que están expuestos del personal del departamento, además de temperaturas extremas calor, vibración del cuerpo entero segmentaria, es el ruido. Para la descripción y clasificación de los peligros, este cuadro no es un listado exhaustivo, pero puede desarrollarse tomando en cuenta el carácter y los peligros de acuerdo a las actividades laborales y los sitios en que se realiza el trabajo.

Clasificación de riesgos Norma Técnica Colombiana GTC45

CLASIFICACIÓN				
Descripción	Biológico	Físico	Químico	Psicosocial
	Virus	Ruido (de impacto, intermitente, continuo)	Polvos orgánicos inorgánicos	Gestión organizacional (estilo de mando, pago, contratación, participación, inducción y capacitación, bienestar social, evaluación del desempeño, manejo de cambios).
	Bacterias	Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)	Fibras	Características de la organización del trabajo (comunicación, tecnología, organización del trabajo, demandas cualitativas y cuantitativas de la labor).
	Hongos	Vibración (cuerpo entero, segmentaria)	Líquidos (nieblas y rocíos)	Características del grupo social de trabajo (relaciones, cohesión, calidad de interacciones, trabajo en equipo).
	<i>Rickettsias</i>	Temperaturas extremas (calor y frío)	Gases y vapores	Condiciones de la tarea (carga mental, contenido de la tarea, demandas emocionales, sistemas de control, definición de roles, monotonía, etc).
	Parásitos	Presión atmosférica (normal y ajustada)	Humos metálicos, no metálicos	Interfase persona - tarea (conocimientos, habilidades en relación con la demanda de la tarea, iniciativa, autonomía y reconocimiento, identificación de la persona con la tarea y la
	Picaduras	Radiaciones ionizantes (rayos x, gamma, beta y alfa)	Material particulado	Jornada de trabajo (pausas, trabajo nocturno, rotación, horas extras, descansos)
	Mordeduras	Radiaciones no ionizantes (láser, ultravioleta, infrarroja, radiofrecuencia, microondas)		
	Fluidos o excrementos			

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.14.2 Evaluación de los Riesgos

El objetivo fundamental de la evaluación de riesgos es presentar a los involucrados en un proceso productivo, tanto al empleador como a los trabajadores, alternativas enfocadas a disminuir los riesgos a los cuales se encuentran expuestos, mediante un análisis de los puestos de trabajo y los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos para poder intervenir ya sea en la fuente en el medio de transmisión y finalmente en el receptor.

En el presente estudio se emplea la alternativa descrita en la normativa GTC 45. Basada en las normativas OHSAS 18001 que es una especificación internacionalmente aceptada que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional efectivo.

Para realizar esta evaluación haremos uso de las tablas que constan en la Normativa GTC colombiana y de los datos recopilados en el departamento mediante aplicación de la encuesta.

3.14.3 Nivel de Riesgo (NR)

Se debería determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

Formula N°1

En donde:

NP: Nivel de probabilidad

NC: Nivel de consecuencia

3.14.4 Determinación del Nivel de Riesgo.

Con los resultados obtenidos tanto para el nivel de probabilidad como para el nivel de consecuencia, podemos pasar a la determinación del nivel de riesgo para nuestro estudio, de acuerdo a los criterios de la tabla siguiente:

Determinación del Nivel de Riesgo

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40 - 24	20 - 10	8 - 6	4 - 2
Nivel de Consecuencia (NC)	100	I 4 000-2 400	I 2 000-1 200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2 400-1 440	I 1 200-600	II 480-360	II 200 III 120
	25	I 1 000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 400 IV 20

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.15.4.1. Significado del Nivel de Riesgo

Nivel de riesgo	Valor de	Signific
I	4 000 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360.
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.14.5 Nivel de Probabilidad (NP).

Se interpretará según el significado de los diferentes niveles de probabilidad que se muestra en la tabla, que para las situaciones encontradas en el departamento de mantenimiento y en

nuestro estudio encaja en el nivel de probabilidad muy alto (MA), asignando un valor de probabilidad entre 24 y 40.

$$NP = ND \times NE$$

Formula N°2 en donde:

ND: Nivel de deficiencia

NE: Nivel de exposición

3.14.6 Determinación del nivel de Probabilidad (NP)

En este punto la evaluación de los riesgos nos ayuda a determinar la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información recabada.

Determinación del Nivel de probabilidad

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

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

Significado de los Niveles de Probabilidad

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

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.14.7 Nivel de Deficiencia (ND).

La determinación del nivel de deficiencia para los peligros higiénicos (físico, químico, biológico u otro) puede hacerse en forma cualitativa o en forma cuantitativa. La determinación del nivel de deficiencia para estos peligros debe estar realizada por la organización desde el inicio del proceso, ya que realizar esto en detalle involucra un ajuste al presupuesto, utilizar las metodologías nacionales e internacionales disponibles.

3.14.8 Determinación cualitativa del nivel de deficiencia.

Cuando no se tienen disponibles mediciones de los peligros higiénicos, se pueden utilizar algunas escalas para determinar el nivel de deficiencia y así poder iniciar la valoración de los riesgos que se puedan derivar de estos peligros en forma sencilla, teniendo en cuenta que su elección es subjetiva y pueden cometerse errores. Deben ser consideradas adicionalmente las condiciones particulares presentes en actividades y trabajos especiales.

a) Categorización de Riesgos Físicos

a).1. Iluminación

Muy alto	ausencia de luz natural o artificial.
Alto	deficiencia de luz natural o artificial con sombras evidentes y dificultad para leer.
Medio	percepción de algunas sombras al ejecutar una actividad (ejemplo: escribir)
Bajo	ausencia de sombras

a).2. Ruido

Muy alto	no escuchar una conversación a una intensidad normal a una distancia menos de 50 cm.
Alto	escuchar la conversación a una intensidad normal a una distancia de 1 m.
Medio	escuchar la conversación a una intensidad normal a una distancia de 2 m.
Bajo	no hay dificultad para escuchar una conversación a una intensidad normal a más de 2 m.

a).3. Radiaciones ionizantes

Muy alto	exposición frecuente (una o más veces por jornada o turno).
Alto	exposición regular (una o más veces en la semana).
Medio	ocasionalmente y/o vecindad
Bajo	rara vez, casi nunca sucede la exposición

a).4. Radiaciones no ionizantes

Muy alto	ocho horas (8) o más de exposición por jornada o turno
Alto	entre seis (6) horas y ocho (8) horas por jornada o turno
Medio	entre dos (2) y seis (6) horas por jornada o turno.
Bajo	menos de dos (2) horas por jornada o turno.

a).5. Temperaturas Extremas

Muy alto	percepción subjetiva de calor o frío en forma inmediata en el sitio
Alto	percepción subjetiva de calor o frío luego de permanecer 5 minutos en el sitio.
Medio	percepción de algún Di confort con la temperatura luego de 15 minutos.
Bajo	sensación de confort térmico.

a).6. Vibraciones

Muy alto	percibir notoriamente vibraciones en el puesto de trabajo
Alto	percibir sensiblemente vibraciones en el puesto de trabajo
Medio	percibir moderadamente vibraciones en el puesto de trabajo
Bajo	existencia de vibraciones que no son percibidas.

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.15.8. Determinación del Nivel de deficiencia.

Para determinar el nivel de deficiencia utilizamos la tabla a continuación, determinamos que en nuestro caso es 6

Nivel de deficiencia

Nivel de	Valor de	Descripción Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro

Referencia: Norma Colombiana GTC 45

3.14.9 Nivel de exposición (NE). - Nos ayudamos de la tabla siguiente.

Nivel de Exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.14.10 Nivel de Consecuencia (NC)

De igual manera el nivel de consecuencia se interpretará según los diferentes parámetros que se muestra en la tabla de acuerdo a los daños sufridos por el trabajador, que para las situaciones encontradas en el departamento de mantenimiento y en nuestro estudio encaja en el nivel de e muy grave (MG), asignando un valor de consecuencia den 60, teniendo en cuenta la consecuencia directa más grave que se pueda presentar en la actividad valorada, se muestra en la tabla.

Nivel de Consecuencia

Nivel de Consecuencias	NC	DAÑOS PERSONALES
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

3.14.11 Decidir si el riesgo es aceptable o no.

Una vez determinado el nivel de riesgo, se debería decidir cuáles riesgos son aceptables y cuáles no. En una evaluación completamente cuantitativa es posible evaluar el riesgo antes de decidir el nivel que se considera aceptable o no aceptable. Sin embargo, con métodos semicuantitativos tales como el de la matriz de riesgos, la organización debería establecer cuáles categorías son aceptables y cuáles no. Para esto establecemos en primer lugar los criterios de aceptabilidad, con el fin de proporcionar una base que brinde consistencia en todas sus valoraciones de riesgos. Esto debe incluir la consulta a las partes interesadas y debe tener en cuenta la legislación vigente.

Significado del Nivel de Riesgo

Nivel de Riesgo	Significado
I	No Aceptable
II	No Aceptable o Aceptable con control específico
III	Aceptable
IV	Aceptable

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

Al aceptar un riesgo específico, se debería tener en cuenta el número de expuestos y las exposiciones a otros peligros, que pueden aumentar o disminuir el nivel de riesgo en una situación particular. La exposición al riesgo individual de los miembros de los grupos especiales también se debería considerar, por ejemplo, los grupos vulnerables, tales como nuevos o inexpertos. En nuestro caso el riesgo es inaceptable.

3.15 NIVELES DE DAÑO POSIBLE

El mecanismo para establecer los posibles efectos que los peligros provoquen sobre la integridad o salud de los trabajadores, se pone en marcha con los datos recopilados en la encuesta, poniendo especial atención en que los efectos descritos en esta, reflejen las consecuencias de cada peligro identificado, es decir que se consideren de forma directa las consecuencias a corto plazo como los de seguridad (accidente de trabajo), y las de largo plazo como las enfermedades profesionales, así como los niveles de daño que puede causar en las personas, nos valemos de la tabla donde ubicamos las afectaciones motivo de este estudio dentro del rango de daño moderado a daño extremo.

Descripción de los Niveles de Daño

Categoría del daño	Daño leve	Daño moderado	Daño extremo
Salud	Molestias e irritación (ejemplo: dolor de cabeza), enfermedad temporal que produce malestar (ejemplo: diarrea)	Enfermedades que causan incapacidad temporal. Ejemplo: pérdida parcial de la audición , dermatitis, asma, desórdenes de las extremidades superiores.	Enfermedades agudas o crónicas, que generan incapacidad permanente parcial, invalidez o muerte. Sordera profesional.
Seguridad	Lesiones superficiales, heridas de poca profundidad, contusiones, irritaciones del ojo por material particulado.	Laceraciones, heridas profundas, quemaduras de primer grado; conmoción cerebral, esguinces graves, fracturas de huesos cortos.	Lesiones que generen amputaciones, fracturas de huesos largos, trauma craneo encefálico, quemaduras de segundo y tercer grado, alteraciones severas de mano, de columna vertebral con compromiso de la médula espinal, oculares que comprometan el campo

Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

Las organizaciones deberían adaptar este tipo de estructura, con el fin de reflejar sus objetivos. Por ejemplo, la estructura ilustrada en el cuadro anterior podría ampliarse a tres categorías, incluyendo efectos que no solón se relacionan directamente con la salud y la seguridad de los trabajadores, sino también incluir: daños a la propiedad, fallas en los procesos y pérdidas económicas, entre otros.

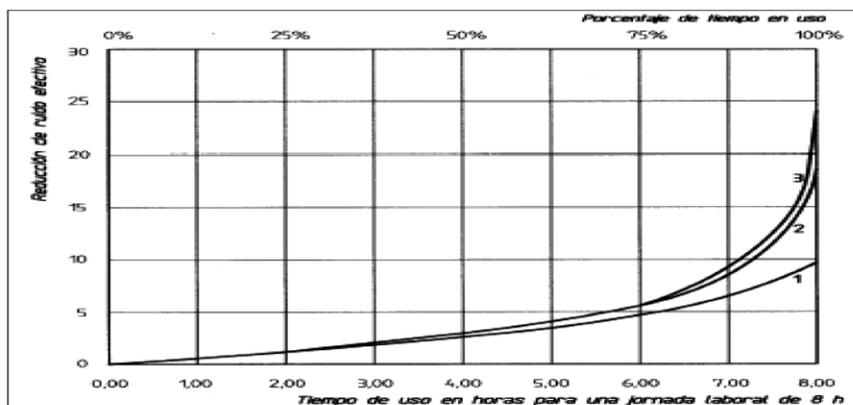
3.16 EVALUACIÓN DE CONTROLES EXISTENTES

3.16.1 Evaluación de protección auditiva

Al no existir ningún control en la fuente ni en el medio, el único control de ruido que existe es en el receptor, mediante protección auditiva, no debiera ser considerada como medida ideal de prevención de daño, ya que en la práctica nunca se puede tener la seguridad de que el personal utiliza protección auditiva durante toda su jornada laboral.

En el departamento se usan algunos protectores auditivos, siendo mayoritario el uso de fono marca Apey C-15, mismo que no cuenta con certificación de atenuación, por tanto, incumple la norma de evaluación de protectores auditivos UNE-EN 352 a la UNE-EN 458 Protectores auditivos, requisitos generales.

Curva de Atenuación del Ruido con el uso de Protectores



Fuente: C.M. Harris, "Manual de Medidas acústicas y Control de Ruido Co. (New York, 1995, 3a edición). Traducción de la 3ª edición

Elaborado por: Ing. César Coral.

Si tomamos como nivel de acción 80 dB, el objetivo del protector es garantizar un nivel de exposición efectivo por debajo de 80 dB. Si este nivel efectivo de exposición está por encima de 80 dB la protección se considera insuficiente. Si por el contrario está por debajo de 65 dB representa una atenuación excesiva puesto que pueden camuflarse sonidos importantes para la operación que se está realizando: alarmas, máquinas, etc.

La protección es ideal cuando el nivel efectivo de exposición se encuentra entre 70 y 75 dB. Para que sea efectivo, un protector auditivo debe ser utilizado durante todo el tiempo de exposición. El hecho de no utilizarse durante solamente algunos minutos reduce notablemente el nivel de protección conferido. Por ello hay que destacar la importancia que tiene la formación y las instrucciones que se deben dar a los trabajadores para que éstos se encuentren motivados para la utilización de estos protectores, ya que, si se reduce el tiempo de utilización, se reduce su eficacia, como se puede observar en la tabla siguiente.

Reducción de la Eficacia de los protectores auditivos

Reducción de la eficiencia de los protectores auditivos al disminuir el tiempo de uso					
Horas de utilización de la protección auditiva		8 h	7 h	6 h	5 h
Atenuación (dB)	Tipo A	30	9	6	4
	Tipo B	20	9	6	4
	Tipo C	10	7	5	3.5

Fuente: Real Decreto 1407/1992, los protectores auditivos son EPI de categoría II

Y deben someterse a un ensayo CE de tipo.

Elaborado por: Ing. César Coral

En términos generales de acuerdo a las mediciones realizadas y lo observado en terreno, existe el riesgo de que el personal no utilice protección, o utilice protección de dispositivos seleccionados de forma errónea y sufra daño auditivo. Se observó que la mayoría del personal utiliza tapones de poliuretano 3M en forma permanente, con el consiguiente riesgo de producirse problemas de infecciones y disminución en la eficiencia de este protector, ya que es de tipo desechable.

3.17 PLAN DE ACCIÓN PARA EL CONTROL DE RIESGOS.

3.17.1 Medidas de control en a la fuente de ruido (encapsulamiento de máquinas)

Ya que los niveles de ruido en la casa de máquinas superan los límites permisibles y considerando que es el área con mayor número de trabajadores expuestos (y que además ya presentan síntomas de daño auditivo), y dependiendo de las condiciones físicas y operativas de los equipos, considerar la trazabilidad mediante la cual se puedan aplicar medidas de control directas, sin realizar un estudio de factibilidad en este caso es poco probable por el factor económico. Por tanto, no se puede ejecutar.

3.17.2 Medidas de control en el camino de transmisión del ruido

Siempre que sea posible un control en la fuente permite tener un control directo sobre los niveles de presión sonora a los cuales están expuestos los trabajadores pudiendo llevarlos a niveles que no presenten riesgo de daño, con esto se podría evitar el uso de protección auditiva, facilitar la rotación de personal y la reubicación de trabajadores con daño auditivo en un área que no presente riesgo de agravar su lesión que se ha detectado actualmente en el departamento de mantenimiento. Por tanto, no se puede ejecutar.

3.17.3 Barreras acústicas

Básicamente son barreras que interrumpen la transmisión de ruido de un lado hacia otro, se utilizan en áreas con altos niveles de ruido y controlan la contaminación de áreas continuas de trabajo, eliminando la propagación de ondas. El parámetro que define este comportamiento es el coeficiente de transmisión de sonido, que es la cantidad de potencia sonora que la barrera es capaz de contener. Las barreras acústicas son cortinas de materiales con altos índices de absorción. No es de aplicación práctica.

3.17.4 Aislamientos

Se refiere a los materiales para el aislamiento de secciones ruidosas de maquinaria en general. Disipan la energía mecánica asociada con las vibraciones, es decir, convierten la energía en movimiento o en calor, actúan en las partes rígidas de una maquinaria, donde se generan vibraciones, promoviendo el colapso de ondas sonoras, ya que una vez que la energía mecánica se disipa en el aislamiento ya no se propaga a través del aire ni de las estructuras. Los calderos se hallan sobre plataformas de hormigón aisladas.

3.17.5 Cabinas sonamortiguadas

Lamentablemente poco utilizadas en las industrias debido a su elevado costo, las casetas sonamortiguadas representan el método más eficiente para controlar niveles muy altos de ruido, aislando la fuente de ruido del resto de la fuerza laboral, permitiendo que esta desempeñe su trabajo dentro de ambientes acústicamente tolerable

3.17.6 Medidas de control colectivo

De forma concreta evitar la exposición innecesaria, así como la rotación de los puestos de trabajo, la protección colectiva: Cabina insonorizada. Dando inicio de forma exigible con la infaltable prevención. Proceso de aplicación en el presente caso.

3.18.4.1 Prevención

Debido a que la sordera profesional es incurable y por el contrario es de carácter progresivo, la medida más eficaz para evitarla es prevenirla, mediante el empleo de medidas que puedan en lo posible evitar o disminuir el nivel de ruido en los puestos de trabajo, adoptando medidas preventivas según la tabla.

Sin embargo, aún con los medios preventivos, el riesgo sigue existiendo, puesto que, en condiciones de ruido elevado, quitarse los protectores durante muy poco tiempo puede suponer una exposición que supere con mucho la dosis permitida: 1 minuto a 117 dB (A)

equivale a 90 dB (A) durante ocho horas. Siendo la excusa en cierto punto razonable de que la protección auditiva interfiere la comunicación verbal y puede amortiguar otros sonidos o impide distinguir su procedencia, como alarmas y sonidos de alertas de seguridad.

Las protecciones personales, no deben ser consideradas medidas definitivas sino temporales hasta que se encuentren las soluciones óptimas. Los protectores auditivos tienen la misión de atenuar el nivel de ruido que llega al interior del oído, esto se consigue mediante diferentes protectores auditivos como las orejeras, los tapones y los cascos.

Orden de Intervención para Control del Ruido

INTERVENCION	MEDIOS PREVENTIVOS
SOBRE LA FUENTE	Diseño de máquinas y procesos menos ruidosos. Modificación de piezas o herramientas. Reducción de la concentración de máquinas. Disminución ritmo de producción. Mantenimiento correcto.
MEDIO DE TRANSMISIÓN	Aislamiento de la fuente de ruido (cerramientos) Aumentar la distancia entre la fuente y el trabajador Silenciadores Tratamientos fonoabsorbentes Elementos anti vibratorios
EL TRABAJADOR(A) RECEPTOR: COLECTIVA E INDIVIDUAL	Evitar exposición innecesaria. Cabinas insonorizadas. Reducción del tiempo de exposición. Rotación de puestos de trabajotrabajo. Protección personal.

Fuente: INSTH

Elaborado por: Ing. César Coral

Protectores Auditivos

a) Las orejeras.

Están compuestas por dos casquetes que envuelven el pabellón auditivo, unidos por un arnés que puede ser de plástico o de metal, que tiene la misión de sujetar los casquetes y ejercer una presión suficiente como para que se ajuste perfectamente a las orejas y a la cabeza.

Protector Auditivo Orejeras



Fuente: Preindustrial Cia.Ltda.
Elaborado por: Ing. César Coral

b) Los tapones.

El realizar control de ruido en el receptor, mediante protección auditiva, no debiera ser considerado como medida ideal de prevención de daño, ya que en la práctica nunca se puede tener la seguridad de que el personal utiliza protección auditiva durante toda su jornada laboral. Como medida de control de ruido en el receptor y basado en las mediciones por banda de octava antes detallada se realizó una evaluación de la protección auditiva utilizada en la empresa de acuerdo al Criterio NIOSH.

Son los elementos que se introducen en el conducto auditivo cerrándolo de una manera hermética. Existen variedades de materiales como pueden ser cera, algodón o silicona, y de tallas para adaptarse a diferentes diámetros de canales auditivos.

El tapón 3M 6300 (tapón moldeable desechable), proporciona la atenuación necesaria para estas áreas, pero también deben de tomarse en cuenta las correspondientes medidas de higiene. Este protector es desechable y su vida útil es variable. En términos generales La efectividad de los tapones depende en gran medida de su correcta colocación. Unos tapones simples de algodón reducen 8 dB (A), si son de cera, 20 dB (A) y, si son de silicona, hasta 30 dB (A).

c) Los cascos.

Los cascos son integrales como los utilizados por los pilotos y tienen en su interior una orejera o un intercomunicador. La protección más efectiva es el casco integral que llega a atenuar hasta 20 dB(A).

d) Capacitación del Personal.

Como etapa final, dando cumplimiento a la normativa, se realizarán capacitaciones dirigidas todo el personal expuesto a ruido; 21 personas; a las que se les entregó toda la información necesaria respecto a:

- Fisiología del oído.
- Características generales del ruido.
- Identificación de áreas de ruido, de acuerdo a su puesto de trabajo.
- Medidas de control de ruido.
- Información Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medioambiente de Trabajo que se aplica en el país.
- Uso de elementos de protección personal.
- Uso correcto y duración de protectores auditivos.

- Políticas adoptadas por la empresa en materia de ruido.

d) Audiometrías.

Con la finalidad de que el trabajador mediante evaluación médica pueda saber las condiciones físicas en que se encuentra al instante ingresar a laborar en la organización.

Es una prueba que debe estar incluida en los exámenes pre ocupacionales, ocupacionales y periódicos de salud de todo trabajador expuesto a ruido, mediante los cuales se pueda determinar la idoneidad o no del trabajador, mediante un diagnóstico emitido por el profesional del caso, para seguir desempeñando un puesto definido ya que la sordera profesional es progresiva, y la pérdida de audición será mayor, cuantos más años se permanezca expuesto al ruido. Además, es incurable, no hay tratamiento médico ni quirúrgico que la cure. El tiempo de evolución de una sordera por ruido puede ser de más de treinta años.

3.17.7 Medidas Administrativas de control.

Establecer los mecanismos que correspondan, para que los trabajadores sean debidamente evaluados, informados y controlados para que asistan a sus exámenes audios métricos en las fechas de citación.

De acuerdo a la información recopilada, verificar que en el próximo control auditivo masivo que debe realizarse este año en la empresa, sea especialmente evaluado todo el personal de fábrica del cual no se tienen antecedentes audiométricos.

Realizar exámenes audio métrico ocupacional, a fin de llevar un completo control del riesgo de daño auditivo.

En los casos en que ya se presenta sordera, aplicar un método efectivo de controlar el avance de las pérdidas auditivas: reubicando al trabajador, controles audio métrico en el

momento que deban ser controlados y supervisión de uso permanente de protección auditiva.

Incluir dentro del reglamento interno un explícito capítulo referente a exposición a ruido, detallándose los riesgos que ésta implica, la obligación del uso de protección auditiva, realización de evaluaciones audio métricas periódicas y sanciones aplicadas por el incumplimiento de las medidas adoptadas.

Realizar capacitación en el personal expuesto, a fin de crear conciencia respecto a riesgo que involucra la sobreexposición a ruido e informar de las medidas adoptadas por la Institución.

Capacitar en relación al correcto uso de los protectores auditivos.

Implementación de Señalética, con letreros visibles las áreas que presentan niveles de presión sonora que pueden provocar daño auditivo.

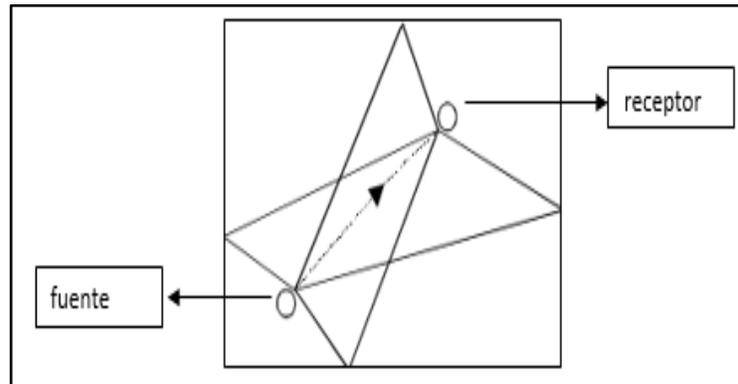
3.18 DISEÑO ACÚSTICO

Previo al diseño de la cabina de aislamiento acústico, es preciso tener en cuenta varios factores como: el uso que se le dará, el entorno de la ubicación, definir las técnicas, los materiales, métodos y sistemas que serán empleados en su construcción. Se recopiló información acerca de estos materiales, además debemos considerar los tiempos de reverberación de algunos materiales

3.18.1 Reflexiones Tempranas

Cuando la fuente sonora está rodeada por varias superficies (piso, paredes, techo) un oyente recibirá el sonido directo, y además el sonido reflejado en cada pared. Las primeras reflexiones recibidas, que se encuentran bastante separados en el tiempo se denominan reflexiones tempranas.

Reflexiones Tempranas



Fuente: Norma Técnica colombiana GTC 45

Elaborado por: Ing. César Coral

En la línea de puntos, el sonido directo. En las líneas llenas, algunas de las primeras reflexiones o reflexiones tempranas

3.18.2 Tiempo De Reverberación (T_r)

Después del período de las reflexiones tempranas, comienzan a aparecer las reflexiones de las reflexiones, y las reflexiones de las reflexiones de las reflexiones, y así sucesivamente, dando origen a una situación muy compleja en la cual las reflexiones se densifican cada vez más. La permanencia de éste sonido aún después de interrumpida la fuente se denomina reverberación, y continúa así hasta que la mayor parte del sonido sea absorbido, y el sonido reflejado ya sea demasiado débil para ser audible, es decir se extinga. El tiempo de reverberación es un índice útil para la evaluación de la “calidad acústica” de un local, y depende de cuán absorbentes sean las superficies de la sala. Dado que los materiales duros, como el hormigón o los azulejos, son poco absorbentes del sonido, un ambiente con paredes de este tipo tendrá un tiempo de reverberación largo, lo que implica dificultades en la comunicación. Por otro lado, las salas cubiertas con materiales absorbentes como cortinados, alfombras, etc., tendrá un tiempo de reverberación corto.

3.18.3 Materiales Absorbentes Acústicos

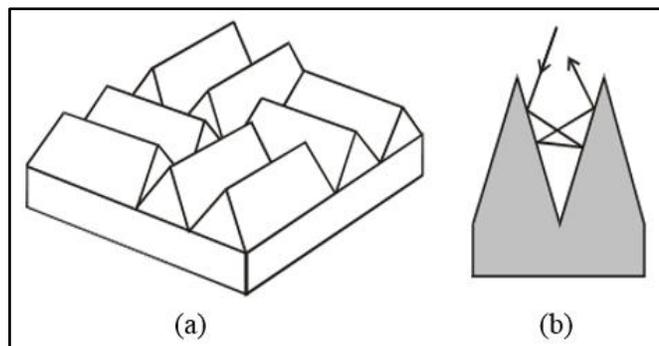
Los materiales absorbentes se pegan directamente sobre las paredes y techos y cautivan el ruido proveniente de una determinada estancia, transformándolo en calor. Generalmente se trata de una capa de espuma de diferentes densidades y con un aspecto similar al de los envases de huevos. Existen varios tipos de materiales de esta clase. El más económico es la lana de vidrio, que se presenta en dos formas: como fieltro, y como panel rígido.

La absorción aumenta con el espesor, y también con la densidad y permite absorciones sonoras muy altas. El inconveniente es que debe ser separada del ambiente acústico mediante paneles protectores cuya finalidad es doble: proteger la lana de vidrio de las personas, y a las personas de la lana de vidrio ya que las partículas que se podrían desprender no sólo lastiman la piel, sino que al ser respiradas se acumulan en los pulmones con consecuencias para la salud.

Otro tipo de material son las espumas de poliuretano (poliéster uretano o de melanina). Son materiales que se fabrican facetados en forma de cuñas anicónicas figuras ((a) y (b)).

Esta estructura superficial se comporta como una trampa de sonido, ya que el sonido que incide sobre la superficie de una cuña se refleja varias veces en esa cuña y en la contigua. El resultado es un aumento de la superficie efectiva en tres veces o más.

Estructura Anecoica de Material Absorbente Acústico



Fuente: Mulier Gmora, "Aspectos y Efectos del Ruido"

Elaborado por: Ing. César Coral

Fig. a y b. Estructura anecoica de material absorbente, mecanismo de absorción sonora.

Los materiales aislantes como el polietileno expandido, la fibra de vidrio o la lana de roca permiten aislar en mayor medida, pero requieren de una falsa pared de yeso laminado o madera aglomerada para su colocación; la cámara de aire que se forma entre ambas paredes proporcionan un magnífico aislamiento, dependiendo directamente del coeficiente de absorción de los materiales en función de la frecuencia. Tabla 3.18.

3.19.3.1. La Madera.

a) Características Técnicas

La madera es porosa, combustible, higroscópica y deformable por los cambios de humedad ambiental, sufre alteraciones químicas por efectos del sol, y es atacable por mohos, insectos y otros seres vivos. Es un material delicado, aunque hoy en día existen tratamientos muy eficaces para paliar las desventajas nombradas anteriormente.

a).1. Aislamiento acústico de la madera

La madera tiene buena capacidad para absorber sonidos incidentes. Esta propiedad puede ser aprovechada ventajosamente en el diseño de divisiones. El aislamiento acústico puede incrementarse notablemente si se dejan espacios vacíos entre los tabiques o se utilizan materiales aislantes tales como fibra de vidrio.

a).2. Aislamiento Eléctrico de la Madera

La madera seca es mala conductora de la electricidad. Su conductividad aumentara rápidamente al aumentar su contenido de humedad, a tal punto que la madera saturada puede llegar a ser conductora. La capacidad aislante de la madera tiene numerosas aplicaciones prácticas en la transmisión y protección de la energía eléctrica. Propiedades Técnicas

Madera Saturada Aglomerada



a).3. Características Técnicas

Temperatura útil: -50°C a 120 °C, Temperatura máxima de uso 200°C

Resistencia al fuego: EN135001-1

Reduce significativamente la transmisión de ruido por vía aérea y estructural

Presentación: Placas de 3.66m x 1m

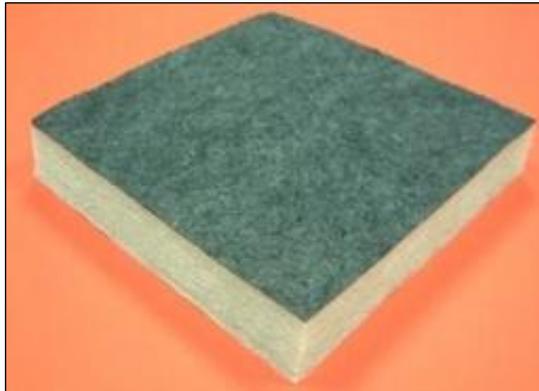
Espesor: 15.34 mm.

Densidad aglomerado comercial: 660 Kg/ m³

b) Fibra de Poliéster

Material absorbente compuesto de fibra de poliéster, totalmente reciclable y con un acabado altamente decorativo. Resistente al polvo, no pierde peso por deterioro ni se deshilacha, siendo un producto muy agradable al tacto.

Fibra de Poliestileno



b).1. Características Técnicas

Temperatura útil: -50°C a 120 °C

Resistencia al fuego: M3 según LGAI n° 20017302

Ideal para forrar conductos de climatización. No desprende partículas.

Adecuado para el tratamiento absorbente de superficies en cuartos de máquinas y en recubrimiento de carcasas.

Presentación: Placas de 2.000 x 1.000 mm.

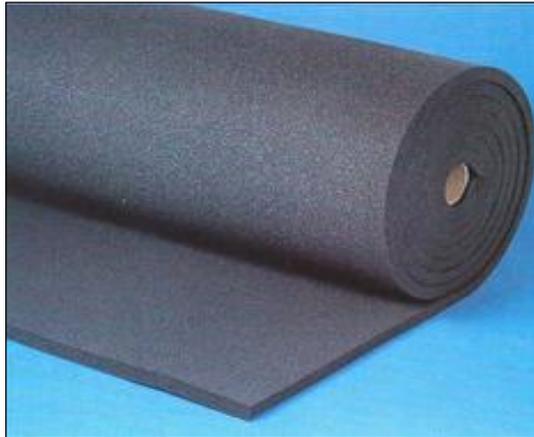
Espesor: 25 mm.

Densidad: 35 Kg/ m³

c) Poliuretano.

Es un material acústico expandido absorbente sobre el cual se ha seguido un tratamiento especial de compresión alveolar, presentando un nivel superior de absorción, mayor que otros materiales de igual espesor, pero no tratados en su superficie, permitiendo un notable ahorro de material

Poliuretano



c).1. Características Técnicas

Es un material flexible, de cédula abierta con impresión en alto relieve. Aumenta el coeficiente de absorción en las bandas de frecuencias medio altas.

c).2. Ventajas del Poliuretano

Superficie estéticamente confortable y suficientemente resistente a la absorción de aceite o líquidos de alta viscosidad, proporciona un aumento de la resistencia mecánica superficial a la abrasión.

Rollos de 1.400 mm. de ancho. Espesor: 6, 13, 19, 25 mm Densidad: 350Kg/ m³

En la práctica los diferentes materiales o estructuras poseen diferentes coeficientes de absorción acústica, ver tabla 3.15.

Coeficiente de Absorción de Materiales o Estructura

MATERIAL O ESTRUCTURA	COEFICIENTE DE ABSORCION EN FUNCION DE LA FRECUENCIA (Hz).			
	125	500	1.000	2.000
Hormigón sin pintar	0,01	0,02	0,02	0,02
Hormigón pintado	0,01	0,01	0,02	0,02
Ladrillo visto sin pintar	0,02	0,03	0,04	0,05
Ladrillo visto pintado	0,01	0,02	0,02	0,02
Revoque de cal y arena	0,04	0,06	0,08	0,04
Placa de yeso (Durlock) 12mm a 10 cm.	0,29	0,05	0,04	0,07
Yeso sobre el metal desplegado	0,04	0,04	0,06	0,06
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,02
Madera en paneles (a 58 cm de la pared)	0	0,2	0,17	0,15
Madera aglomerada en panel	0,47	0,5	0,55	0,58
Parquet	0,04	0,07	0,06	0,06
Parquet sobre asfalto	0,05	0,06	0,09	0,1
Parquet sobre listones	0	0,12	0	0,1
Espuma de poliuretano (Fonac) 35mm	0,11	0,36	0,82	0,9
Espuma de poliuretano (Fonac) 50mm	0,15	0,5	0,94	0,92
Espuma de poliuretano (Fonac) 75mm	0,17	0,99	1,03	1
Espuma de poliuretano (Sonex) 35mm	0,06	0,45	0,71	0,95
Espuma de poliuretano (Sonex) 50mm	0,07	0,72	0,88	0,97
Espuma de poliuretano (Sonex) 75mm	0,13	0,9	1,07	1,07
Lana de vidrio (fieltro 14 Kg/m3) 25mm	0,15	0,4	0	0,65
Lana de vidrio (fieltro 14 Kg/m3) 50mm	0,25	0,7	0	0,85
Vidrio	0,03	0,02	0,01	0,07

Referencia: Norma técnica ecuatoriano NTE inen 1.323.2009, primera revisión

Elaborado por: Ing. César Coral

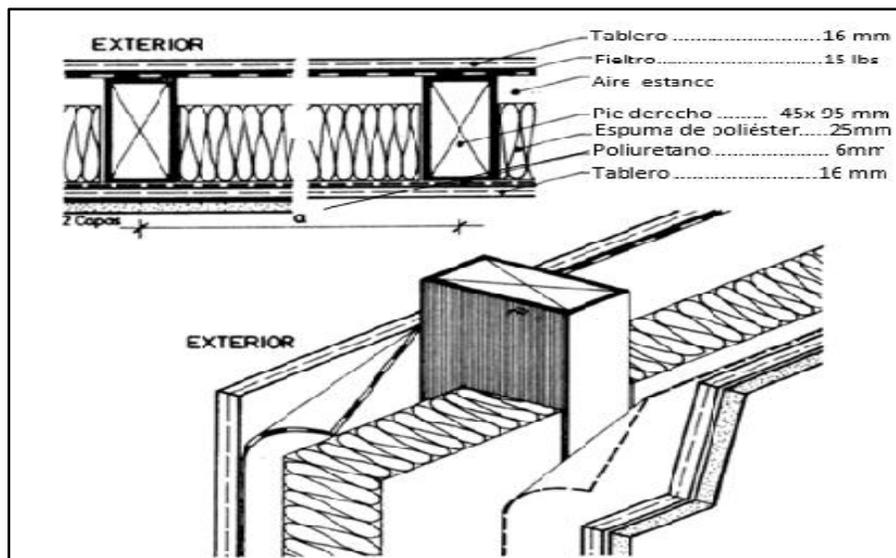
3.19 CABINA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

3.19.1 CÁLCULOS

Una vez realizados los estudios de la influencia nociva del ruido en la salud del personal, se sugiere la construcción de una cabina de aislamiento acústico, en la cual pueda permanecer los operadores de calderos en sala de máquinas donde el NPS es de 92.9 dB(A); nivel que causa daños a la salud de los trabajadores debido a que en esta área es de mayor permanencia del personal. Con el diseño de la cabina se pretende disminuir los valores de

decibeles en un rango de 30 dB(A), con una tolerancia de $\pm 3\%$, con el objetivo de llegar al límite permisible según la legislación ecuatoriana de (85 dB(A)). El aislamiento tendrá la estructura que se muestra en el grafico N.3.9.

Estructura alternativa del aislamiento



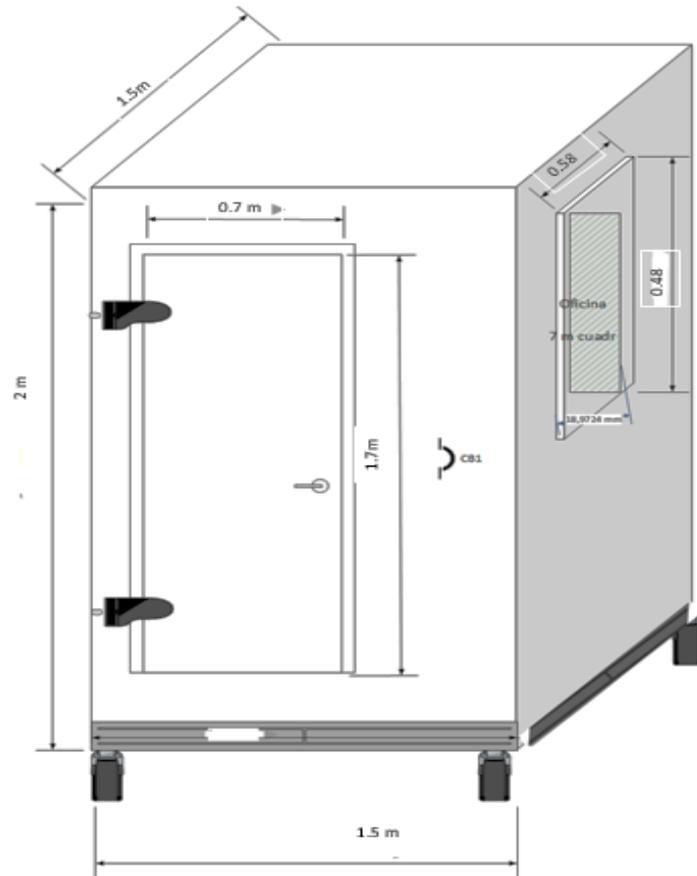
Referencia: Norma UNE-EN ISO 140-3:1995 Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. 1995-12-30

Elaborado por: Ing. César Coral

3.19.1.1 Dimensiones de la Cabina

La cabina acústica es de forma rectangular, utiliza como base un área de 1.8 m² largo, x 1.5 m² ancho x 2.1 m² alto. La madera es de tipo aglomerado, porosa, combustible, higroscópica y deformable por los cambios de humedad ambiental; tiene un coeficiente de absorción (500-1000Hz) de 50-55%; puede ser utilizada para revestimientos acústicos en general. Se escogió espuma de poliuretano 60 mm por sus altas prestaciones absorbentes, especialmente indicada para aumentar el confort auditivo, su coeficiente de absorción (500-1000Hz) va de 30 %.

Dimensiones de la Cabina de Aislamiento



Referencia: Norma técnica ecuatoriano NTE inen 1.323,2009, primera revisión

Elaborado por: Ing. César Coral

Para la construcción se analizaron alternativas de diseño propuestas por la Universidad del BIO-BIO de Chile. Dichas alternativas se basan en tabiques de construcciones en madera, los cuales constan generalmente de una estructura soportante y de revestimientos para ambos lados que pueden estar constituidos por una o dos placas superpuestas

Cabina de Aislamiento finalizada



Referencia: Norma técnica ecuatoriano NTE inen 250,2009, primera revisión

Elaborado por: Ing. César Coral

3.19.1.2 Recursos Empleados en la Construcción

En base a las características de diseño señaladas, se procede a realizar el análisis de costos como se detalla a continuación:

Materiales Empleados para la construcción de la Cabina Aislada

ITEM	Unidad	Cantidad	Valor		Subtotal
			Unitario	Total	
Madera Tripex 16 mm (2.44x2.55)	u	34	19.29	\$ 656	\$
Pasteado y pintura	m2	5	80.00	\$ 400	
Lana mineral 25,40 mm	m2	61.25	25.00	\$ 1.531	
Vidrios flotados claro 4 mm	m2	0.85	25.00	\$ 21	
Vidrios flotados claro 6 mm	m2	0.85	40.00	\$ 34	
Puertas sólidas dos paneles P-2C	u	1	180.00	\$ 180	
Piezas de madera de colorado 6x3 cm	u	119	4.00	\$ 476	
Alambre sólido No 12	m	50	0.20	\$ 10	
Chapa industrial	u	1	40.00	\$ 40	
Gel silica	lb	3	10.00	\$ 30	
Fibra de poliéster	m2	52.14	2.00	\$ 104	
Poliuretano	m2	52.14	2.00	\$ 104	
Caucho	m	11.32	0.40	\$ 5	
Luminaria 4x40w	u	2	30.00	\$ 60	

Costo total directo \$ 3.651
 Costo total indirecto 14% \$ 511.14
 Costo total materiales \$ 4,162.14

Mano de obra

	Número	Días	Costo Diario	Subtotal	Subtotal 2
Carpintero (incluye comida y alojamiento)	1	20	30	\$ 600	1300
Ayudante de Carpintero (incluye comida y	1	20	30	\$ 600	
Electricista	1	2	50	\$ 100	

Costo total directo \$ 1.300
 Costo total indirecto 14% \$ 182
 Costo total materiales \$ 1482

Costo total de la cabina \$ 5.644.14

Decibeles reducidos 35(dB)
 Costo unitario por db disminuido \$ 161.27

Fuente: Estudio Cabina de aislamiento acústico para operadores de calderos del HPGDR

Elaborado por: El investigador

3.20 MONITOREO

3.20.1 Análisis de las condiciones de trabajo con exposición al ruido.

El desconocimiento de las características de las condiciones de trabajo en lo que respecta a la exposición al ruido es una de las fuentes de incertidumbre más importantes y que no es evaluable o medible por lo que su control y minimización son muy importantes. Por todo ello, es imprescindible un análisis previo de dichas condiciones en el que deben participar activamente la Institución, los mandos medios y los trabajadores expuestos, en estrecha colaboración con el técnico de prevención.

3.20.2 Grupos de Exposición Homogénea (GEH)

Un grupo de exposición homogénea (GEH), es un grupo de trabajadores asignados a puestos de trabajo o tareas similares que están expuestos de forma análoga a fuentes de ruido semejantes. La definición de un (GEH), requiere del criterio profesional de un técnico de prevención en base a la información recabada con anterioridad.

Los (GEH), pueden constituirse siguiendo diferentes criterios: en función del puesto de trabajo, de la tarea a desarrollar, del área de trabajo o incluso según el proceso productivo. Su constitución permite muestrear sobre un número representativo de trabajadores de exposición similar. Sin embargo, se trata de un proceso complejo ya que, por un lado, (GEH), demasiado grandes supondrán exposiciones no del todo homogéneas y, por otro lado, (GEH), demasiados pequeños conllevarán un mayor esfuerzo de medición. Un (GEH), puede estar constituido por un solo trabajador, si su exposición es muy específica y que se emplea en la estrategia basada en el puesto de trabajo. En función del número de trabajadores que constituyen cada (GEH), existe una duración mínima de la duración de medición, que se muestra en la tabla.

Tiempo Mínimo del Monitoreo

Número de trabajadores del GEH n_G	Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) \times 0,5 h$
$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) \times 0,25 h$
$n_G > 40$	17h ó subdividir el GEH

Fuente: NTP 951. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido

Elaborado por: Ing. César Coral

3.20.3 Estrategia de Monitoreo.

El objetivo básico de esta estrategia, es preparar un plan de medición que permita obtener una evaluación representativa y fiable de la exposición. En primer lugar, conviene realizar un análisis de las condiciones de trabajo lo más exhaustivo posible, estudiando las características de la organización.

3.20.4 Estrategia Basada en la Jornada Completa

Esta estrategia cubre la jornada completa de trabajo incluyendo tantas las exposiciones elevadas al ruido como períodos de menor nivel o silenciosos. Esta estrategia resulta de utilidad cuando no es sencillo o práctico el describir o diseccionar el patrón de trabajo. Se recomienda especialmente cuando la exposición al ruido se desconoce en mayor o en menor grado, o bien es imprescindible o excesivamente compleja y se emplea especialmente cuando se quiere cubrir todas las contribuciones a la exposición al ruido con total seguridad. Sin embargo precisamente por este motivo hay un mayor riesgo de registrar contribuciones falsas (impactos en el micrófono, interferencias deliberadas, o no, etc.), Para minimizar este riesgo conviene observar al trabajador durante el desarrollo de la medición en la medida de lo posible, o bien preguntarle a la finalización de la jornada por las tareas desarrolladas y/o las ubicaciones en las que ha trabajado para poder eliminar contribuciones

irrelevantes e incluso detectar las tareas de mayor exposición. Así mismo es recomendable la realización de entrevistas con los trabajadores, supervisores, personal, e incluso la realización de mediciones puntuales para verificar los niveles de exposición al ruido registrado por el sonómetro, todo ello con el objetivo de confirmar, en la medida de lo posible, la validez de las mediciones. La selección de la estrategia según la normativa se muestra en la tabla N. 3.21.

Selección de la Estrategia de Medición Según el Patrón de Trabajo

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

Referencia: Norma técnica ecuatoriano NTE inen 215, Protectores anti ruido.

Elaborado por: Ing. César Coral

3.21 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO.

3.21.1 Normativa Técnica para la determinación de niveles representativos.

Identificaremos la normativa de referencia según los procedimientos establecidos, por ejemplo, en seguridad laboral nos guiaremos por la NTP 270 (Evaluación de la exposición al ruido, determinación de los niveles representativos).

Esta norma, tiene como objetivo facilitar un procedimiento que permita determinar el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, representativo de las condiciones de exposición al ruido, así como el nivel de pico, de acuerdo con las condiciones señaladas en el Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, empezamos por identificar el tipo de ruido que queremos medir: Ruido estable, ruido periódico y ruido aleatorio.

3.22 MÉTODO DE MUESTREO

Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos

3.23 TIPOS DE RUIDO

3.23.1 Ruido Estable

Si el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo. En caso de efectuar la medición con un sonómetro se tendrán en cuenta las características mencionadas anteriormente, realizando como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T (L_{Aeq}).

T) directamente de la media aritmética. Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador promediador o con un dosímetro se obtendría directamente el (LAeq, T). Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como LAeq, T la media aritmética de ellas.

3.23.2 Ruido periódico

Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro integrador-promediador. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (LAeq) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco.

El (LAeq, T), se calcula entonces a partir del valor medio de los LAeq obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB(A) o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB(A) se actuará según se especifica a continuación.

3.23.3 Ruido aleatorio

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

3.23.4 Ruido de impacto

La evaluación del ruido de impacto se efectuará, tal como exige el Real Decreto 1316/89, por medio de la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcance su valor máximo.

"Los instrumentos empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si éste ha superado los 140 dB, deben tener una constante de tiempo en el ascenso no superior

a 100 microsegundos. Si se dispone de un sonómetro con ponderación frecuencia A y características «IMPULSE» (de acuerdo a la norma CE1-651) podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB, cuando el LpA no ha sobrepasado los 130 dBA».

3.24 MEDICIONES SEGÚN EL CICLO DE TRABAJO

Si la exposición de un trabajador al ruido se ajusta a un ciclo determinado (ciclo de trabajo), las mediciones deberán ser representativas de un número entero de ciclos. Cuando el ciclo esté compuesto por subciclos, y éstos correspondan a tipos de ruido diferentes, se obtendrán los diferentes LAeq, T según lo indicado en los apartados anteriores.

Los LAeq.Ti, representativos de los distintos subciclos (i), en su caso, nos conducirán al LAeq.T mediante la expresión:

$$LA_{eq.T} = 10 \lg(1/T) \sum_i Ti \cdot 10^{0.1 LA_{eq.Ti}}$$

(1)

Siendo:

Ti: tiempo de cada subciclo

T: tiempo total del ciclo

i: número de subciclos

Este LAeq.T, corresponderá al LAeq.d, cuando la jornada laboral coincida con el tiempo de exposición al ruido. Si en dicha jornada laboral existen intervalos de no exposición al ruido, el nivel diario equivalente vendrá dado por la ecuación:

$$LA_{eq.d} = LA_{eq.T} + 10 \lg(T'/8) \quad (2)$$

Siendo: T' el tiempo de exposición al ruido en horas/día.

Cuando no sea posible establecer dichos subciclos, se utilizará el método correspondiente al ruido aleatorio, por ejemplo:

Sea el puesto de trabajo de un mecánico cuya jornada laboral se compone de ciclos de 85 minutos distribuidos de la siguiente forma: corte de piezas: 70 minutos, pintura de piezas con aire comprimido: 10 minutos. Transporte de piezas: 5 minutos.

Con una duración total de 10 horas de dicha jornada, haciendo una pausa de 60 minutos para el almuerzo, donde no tienen exposición al ruido. Efectuado el estudio previo sobre el tipo de ruido al que está expuesto el trabajador se ha llegado a las siguientes conclusiones: durante el corte de piezas el ruido al que está sometido es periódico; el pintado con aire comprimido genera un tipo de ruido aleatorio, mientras que durante el transporte de piezas el trabajador está únicamente sometido al ruido de fondo de la nave (banco de presión constante), que se puede considerar estable.

Las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador-promediador utilizando la siguiente metodología:

•**Corte de piezas:** Se efectuaron 5 mediciones del nivel equivalente correspondiente al ruido generado por sendas piezas, obteniéndose los siguientes datos en (dBA): 91.5; 88.5; 90.6; 95.8; 92.2; lo que supone un: LAeqT1 de 91.72 = 93 (dBA).

•**Pintura de piezas con aire comprimido:** Al tratarse de un ruido aleatorio, se efectuó una medición del nivel equivalente durante todo el subciclo, obteniéndose un: LAeq.T2 de 100 dBA.

•**Transporte de piezas:** Se efectuaron 3 mediciones del nivel equivalente, obteniendo un: LAeq.T3 de 80 (dBA).

•**Nivel diario equivalente:** Mediante la aplicación de la expresión (1) se obtiene:

$$LA_{eq.T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i T_i \cdot 10^{0.1 LA_{eq.T_i}} \right)$$

$$LA_{eq.T} = 10 \lg \left(\frac{1}{85} \left[(70) \times 10^{0.1 (93)} \right] + \left[(10) \times 10^{0.1 (100)} \right] + \left[(5) \times 10^{0.1 (80)} \right] \right) = 94,5 \text{ dBA,}$$

y, mediante la aplicación de la expresión (2), obtenemos:

$$LA_{eq,d} = LA_{eq,T} + 10 \lg (T/8)$$

$$LA_{eq,d} = 94,5 + 10 \lg (7,5/8) = 94,2 \text{ dBA}$$

3.24.1 Muestreo de Ciclos de Trabajo

Debido a que los niveles de ruido varían de un ciclo a otro a causa de fluctuaciones de variables no controladas, siempre podrá efectuarse una estimación del $LA_{eq,T}$, así como un intervalo de confianza alrededor de este valor, mediante la metodología expuesta.

3.25 EVALUACIÓN DEL NPSEQ, POR MUESTRA

El método expuesto a continuación permite estimar, a partir de un cálculo realizado en un número limitado de muestras prefijadas al azar, el valor probable de $LA_{eq,d}$, así como el intervalo de confianza alrededor de este valor. Este método se realizará necesariamente en las circunstancias que se han descrito anteriormente y opcionalmente, en cualquier caso.

3.25.1 Elección del momento de la medición

Este método exige que las mediciones se efectúen de forma aleatoria en el tiempo. Si se pretende obtener el nivel equivalente de diversos ciclos de trabajo, la elección de los ciclos en los que efectuaremos las mediciones se llevará a cabo mediante la utilización de una tabla de números aleatorios. Si el periodo en el cual el ruido es aleatorio no corresponde a la totalidad de la jornada laboral, sino que se trata de un subciclo de trabajo, se deberá elegir también de forma aleatoria el momento de la medición.

En el caso en que el ruido aleatorio abarque la totalidad de la exposición del trabajador, en la tabla 1, se proporciona directamente el día y la hora de la jornada en que se debe efectuar la medición, teniendo en cuenta que la hora real de aplicación estará en función de la hora de inicio de la jornada laboral.

3.25.2 La metodología será la siguiente:

Elegimos arbitrariamente en la tabla una posición de partida.

El resultado obtenido nos proporciona la información del día de la semana y la hora de la jornada laboral en que deberemos efectuar la medición. Seguimos leyendo en la tabla hacia abajo, utilizando el mismo método para cada dato que encontremos, hasta obtener el número de muestras conveniente.

Ejemplo: Supongamos que tenemos que efectuar las mediciones aleatorias de un puesto de trabajo. El horario de trabajo es de 08h00 a 16h30, horas. Escogemos en la tabla 1; una posición de partida de forma totalmente arbitraria, escogemos el primer dato de la tercera columna (viernes, 4^a hora). El resultado obtenido nos indica que debemos efectuar la primera medición el próximo viernes a la 4^a hora de la jornada laboral. Es decir, si el horario es de 8 a 16h30 horas, efectuaremos nuestra medición a las 11 horas. La siguiente medición la efectuaremos a partir del dato posterior (martes, 1^a hora), es decir, el primer martes, después de la primera medición, a las 8 horas. La tercera medición la efectuaremos a partir del siguiente dato (lunes, 6^a hora), es decir, el siguiente lunes a las 13 horas. Y así sucesivamente hasta obtener el número de mediciones necesarias.

Números Aleatorios para la Medición de Ruido

VIERNES	3ª	JUEVES	3ª	VIERNES	4ª	MARTES	6ª	VIERNES	7ª
LUNES	6ª	MARTES	8ª	MARTES	1ª	MARTES	9ª	MIÉRCOLES	8ª
MIÉRCOLES	2ª	LUNES	8ª	LUNES	6ª	LUNES	3ª	MARTES	2ª
LUNES	8ª	JUEVES	5ª	LUNES	1ª	MARTES	5ª	MARTES	3ª
LUNES	4ª	LUNES	1ª	LUNES	1ª	VIERNES	7ª	LUNES	1ª
VIERNES	7ª	MARTES	6ª	LUNES	7ª	JUEVES	8ª	JUEVES	6ª
LUNES	8ª	MIÉRCOLES	7ª	MIÉRCOLES	6ª	MARTES	5ª	VIERNES	5ª
VIERNES	5ª	LUNES	4ª	MARTES	3ª	MARTES	8ª	MARTES	8ª
MIÉRCOLES	5ª	LUNES	2ª	MARTES	8ª	MARTES	6ª	MARTES	7ª
VIERNES	3ª	JUEVES	4ª	LUNES	6ª	MARTES	6ª	VIERNES	2ª
MIÉRCOLES	4ª	MARTES	3ª	MARTES	8ª	JUEVES	1ª	MIÉRCOLES	1ª
MIÉRCOLES	7ª	JUEVES	3ª	VIERNES	4ª	LUNES	1ª	VIERNES	2ª
MARTES	4ª	MARTES	8ª	LUNES	4ª	VIERNES	6ª	MIÉRCOLES	2ª
LUNES	3ª	MARTES	7ª	JUEVES	4ª	MARTES	5ª	MIÉRCOLES	1ª
MARTES	1ª	VIERNES	8ª	MARTES	6ª	LUNES	5ª	MIÉRCOLES	4ª
MIÉRCOLES	6ª	MIÉRCOLES	1ª	JUEVES	6ª	MIÉRCOLES	1ª	MIÉRCOLES	2ª
VIERNES	6ª	MIÉRCOLES	3ª	MARTES	1ª	MIÉRCOLES	7ª	MARTES	7ª
LUNES	7ª	JUEVES	3ª	LUNES	1ª	MIÉRCOLES	7ª	VIERNES	7ª
LUNES	3ª	VIERNES	4ª	MARTES	4ª	MIÉRCOLES	1ª	LUNES	3ª
MARTES	3ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	6ª	MARTES	2ª	MARTES	1ª
MARTES	1ª	MIÉRCOLES	6ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	1ª	MIÉRCOLES	7ª
MIÉRCOLES	2ª	LUNES	1ª	MIÉRCOLES	8ª	MARTES	6ª	LUNES	5ª
MIÉRCOLES	6ª	MARTES	3ª	LUNES	3ª	LUNES	5ª	LUNES	3ª
MARTES	7ª	MARTES	1ª	LUNES	3ª	VIERNES	1ª	MIÉRCOLES	1ª
LUNES	5ª	MIÉRCOLES	2ª	MARTES	5ª	JUEVES	2ª	MIÉRCOLES	4ª
MIÉRCOLES	2ª	MARTES	5ª	MARTES	3ª	LUNES	5ª	MARTES	6ª
LUNES	5ª	VIERNES	5ª	MIÉRCOLES	2ª	MARTES	3ª	MARTES	5ª
LUNES	8ª	LUNES	1ª	LUNES	7ª	VIERNES	2ª	MIÉRCOLES	7ª
MARTES	1ª	LUNES	7ª	MIÉRCOLES	5ª	LUNES	6ª	JUEVES	4ª
MARTES	8ª	VIERNES	2ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	8ª	MARTES	2ª

Referencia: NTP270, Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos. NTE inen 215, Protectores anti ruido

Elaborado por: Ing. César Coral

3.26 ESTIMACIÓN ESTADÍSTICA DE NPSEQ.D

Se parte de la hipótesis de que la exposición al ruido durante un período largo de trabajo, (varios años), sigue una distribución normal, siendo su media LAeq.d. Según esta hipótesis, la estimación de la distribución normal se realizaría, como se indica en la Norma Francesa (NF - S31 - 084) utilizando la distribución 't' de Student convencional. Los pasos a seguir son:

3.26.1 Cálculo de la media y la desviación estándar.

Sea L_i , el nivel de LAeq de la muestra ($i = 1, 2, \dots, n$); La estimación de la media vendrá dada por la relación

$$LA_{eq.d} = \frac{\sum L_i}{n} \quad (3)$$

Los límites de confianza al 95% alrededor de este valor están dados en la tabla 2, en función del número n de muestras evaluadas y de la desviación tipo S_L de los niveles L_i , calculada por la fórmula

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n - 1}} \quad (4)$$

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

3.26.2 Búsqueda en la tabla del error cometido en la determinación según el número de muestras y la desviación estándar obtenidos.

Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

Intervalos de Confianza al 95%

		Intervalo de Confianza al 95%																															
		S _L -																															
N	T	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2				
3	4,303	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8				
4	3,182	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5				
5	2,776	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4				
6	2,571	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
7	2,447	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3				
8	2,365	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3				
9	2,306	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
10	2,262	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
11	2,228	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
12	2,201	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
13	2,179	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2				
14	2,16	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2				
15	2,145	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2				
16	2,131	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2				
17	2,12	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2				
18	2,11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2				
19	2,101	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2				
20	2,093	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
21	2,086	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
22	2,08	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
23	2,074	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
24	2,069	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
25	2,064	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
26	2,06	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
27	2,056	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
28	2,052	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
29	2,048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
30	2,045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
31	2,042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
35	2,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
41	2,021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
45	2,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
51	2,009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
61	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

Cuadro N. 3.23.1. Intervalos de confianza al 95% (continuación)

N	T	S _L																											
		3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6
3	4,303	6	6	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
4	3,192	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10
5	2,776	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
6	2,571	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	2,447	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	2,365	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	2,306	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	2,262	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	2,228	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	2,201	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	2,179	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2,16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	2,145	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	2,131	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	2,12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	2,11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	2,101	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	2,093	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21	2,086	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
22	2,08	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
23	2,074	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
24	2,069	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	2,064	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	2,06	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	2,056	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	2,052	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	2,048	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	2,045	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
31	2,042	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
36	2,03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
41	2,021	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	2,014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51	2,009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
61	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Referencia: NTP270, Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.

Ejemplo: Sea el puesto de trabajo de operador de calderos de generación de vapor, cuyos LAeq, obtenidos mediante un muestreo aleatorio, han arrojado los siguientes datos: 91-94-93-89-88 (dBA). La aplicación de la fórmula (3) nos da la estimación del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A:

LAeq, d = 91 dBA

La desviación estándar, calculada según la fórmula (4) es: SL = 2,5 dB

La lectura de la tabla 2, para SL= 2,5 dB y n = 5 da un límite de confianza al 95% igual a 3.

Como el intervalo de confianza es superior a 2, deberemos efectuar sucesivas mediciones. Una sexta medición, de la misma forma aleatoria nos ofrece un LAeq de 90 dBA y las siguientes estimaciones:

$$LA_{eq,d} = 91 \text{ dBA SL} = 2,3 \text{ dB}$$

$$\text{Intervalo de confianza} = 2 \text{ dB}$$

El resultado de la medición será entonces: $LA_{eq,d} = 91 \pm 2 \text{ dBA}$.

Si las medidas se han efectuado con un instrumento de tipo 1, la incertidumbre debida al instrumento será de $\pm 1 \text{ dBA}$, siendo la global, entonces, de 3 dBA. El resultado global de la medición será, por tanto: $LA_{eq,d} = 91 \pm 3 \text{ dBA}$.

3.27 MEDICIÓN DE RUIDO EN EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO

Efectuamos nuestras mediciones de forma aleatoria en el tiempo. Nuestra estrategia se basará en la jornada completa que es la más recomendada para nuestro estudio, ya que pretendemos obtener niveles equivalentes de diversos ciclos de trabajo. La elección de ciclos será según la tabla de números aleatorios para medición del ruido.

Como el período en el cual el ruido es aleatorio no corresponde a la totalidad de la jornada laboral, sino que se trata de subciclos de trabajo, se debe elegir también de forma aleatoria el momento de la medición.

En el caso en que el ruido aleatorio abarque la totalidad de la exposición del trabajador, la tabla proporciona directamente el día y la hora de la jornada en que se debe efectuar la medición, teniendo en cuenta que la hora real de aplicación estará en función de la hora de inicio de la jornada laboral. Las mediciones realizadas se resumen a continuación.

a) Calderos

Se realizaron 5 mediciones con los calderos en funcionamiento. Los niveles en los puntos donde el operador realiza sus actividades cotidianas, fluctuaron entre 91.6 y 95.2 (dBA). En general toda el área de la casa de máquinas se encuentra por sobre los 85 (dBA). Y cuando los dos calderos funcionan fluctua entre 102.63 y 103.96 dBA).

b) Grupo eléctrico (no se toma funcionamiento sólo emergente)

Instalado en el área contigua a los calderos, en el momento de su funcionamiento provocado únicamente cuando existen fallas de suministro de energía eléctrica se registraron niveles entre 102.63 y 103.96 y 72 (dBA). En los lugares donde tienen que ubicarse los calderistas por sus procesos (no se considera)

c) Banco de bomba para presión constante

Esta área de acuerdo a las condiciones observadas y mediciones realizadas no presenta niveles superiores a 88.8 (dBA). pero habría que considerar que se encuentra funcionando durante toda la jornada de trabajo, el tipo de ruido es constante y las mediciones realizadas corresponden a un análisis puntual de cada fuente.

d) Bombas para combustible

Esta área de acuerdo a las condiciones observadas y mediciones realizadas no presenta niveles superiores a 81.0 (dBA). pero habría que considerar que su funcionamiento durante toda la jornada de trabajo, es intermitente es decir 45 minutos en funcionamiento cada 2 horas.

e) Taller mecánico

Se realizaron mediciones en distintos puntos del taller mecánico, los puntos donde labora el personal (mecánicos) del departamento, con la finalidad de tener sólo una estimación de la exposición a ruido promedio durante los distintos trabajos mecánicos los niveles medidos están entre 89.5 a 91.1(dBA). En referencia a las características del ruido medido, se puede señalar que además de ser bastante fluctuante, tiene una considerable contribución del ruido procedente de los otros equipos en la sala de máquinas.

3.27.1 Lugares Contaminados por Ruido.

a) Laboratorio de electricidad (área contaminada por ruido no lo genera)

Los niveles medidos fluctuaron entre 84.9 y 86.1 (dBA). Los mayores niveles registrados corresponden a los momentos en que se abre la puerta de ingreso al laboratorio de electricidad.

b) Laboratorio de electrónica (área contaminada por ruido no lo genera)

Los niveles medidos fluctuaron entre 84.8 y 86.3 (dBA). Los mayores niveles registrados corresponden a los momentos en que se abre la puerta de ingreso al laboratorio de electrónica y por estar más cercano a las fuentes de ruido.

c) Oficinas de coordinación (área contaminada por ruido no lo genera)

Se realizaron mediciones en las distintas oficinas donde laboran los coordinadores de área y la jefatura del departamento, con la finalidad de tener sólo una estimación de la exposición a ruido, se midieron niveles entre 70.6 dB-A y 71.7 (dBA).

d) Sala de reuniones (área contaminada por ruido no lo genera)

Con ruido por el funcionamiento continuo de los equipos en la casa de máquinas, se registraron niveles entre 85.5 y 86.7 (dBA). en el perímetro del área el ruido se encuentra por sobre los 85 (dBA). Ésta sala se limita por la puerta de acceso y paredes que separa el área de los calderos.

e) Bodega (área contaminada por ruido no lo genera)

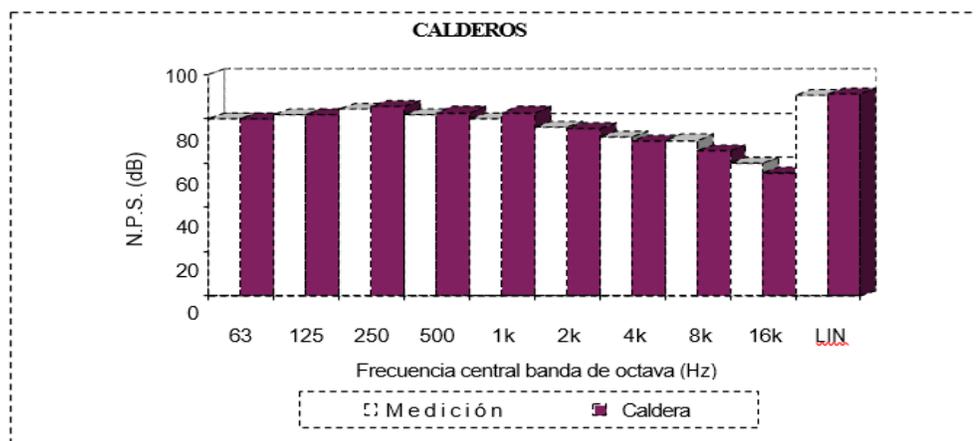
Se realizaron mediciones en la bodega donde labora dentro del área de la casa de máquinas, se midieron niveles entre 73.3 y 76.7 (dBA).

Se realizaron mediciones de nivel de presión sonora utilizando un Sonómetro Integrador Sound-Pro DL-1 Digital de frecuencia ponderada en "A" (lento), S025-BHM120003

3.30. Mediciones por Banda de Octava

Los siguientes gráficos representan algunas mediciones por banda de octava realizadas en las distintas áreas evaluadas.

Medición punto 1

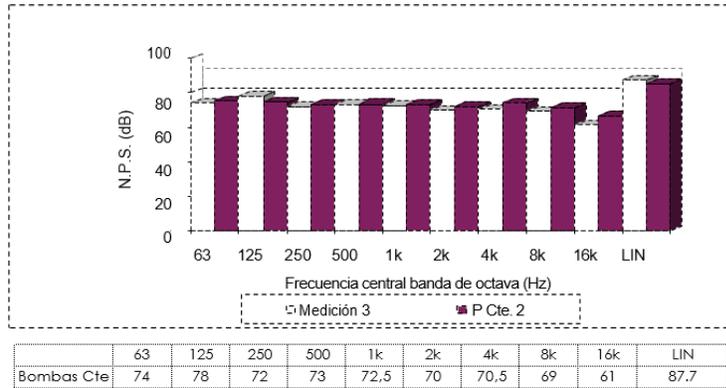


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
CALDERA	90.6	82	86	83	89.9	76	91.1	66	56	90.7

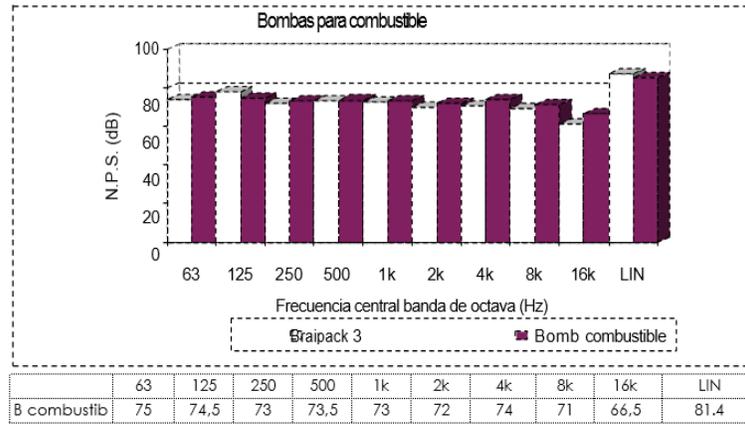
Fuente: Software Sonómetro Integrado, SoundPro SP DL-2-1/ S/N: BHM 120003

Elaborados por: Ing. César Coral

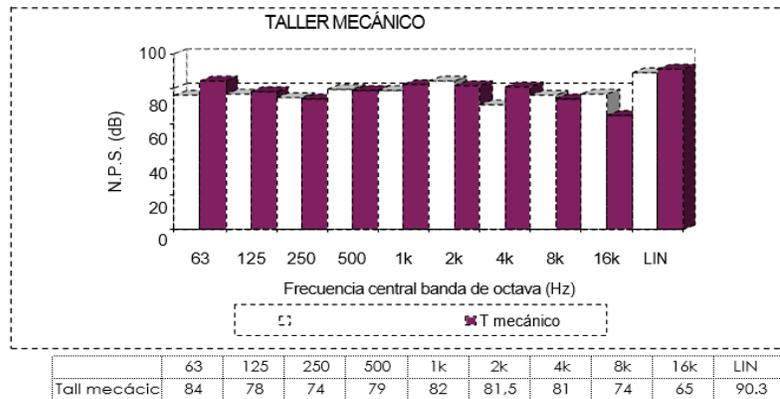
Medición punto 2



Medición punto 3



Medición punto 4



Fuente: Software Sonómetro Integrado, SoundPro SP DL-2-1/ S/N: BHM 120003
Elaborados por: Ing. César Coral

3.31. Mediciones Realizadas

Resumen de Mediciones de Ruido realizadas, antes de la Implementación.

Medición de Ruido - Sonómetro Integrador Sound-Pro DL-1. S025-BHM120003			
Puntos de medición	# Mediciones en (dB)	Puntos de medición	# Mediciones en (dB)
Calderos	91,1	Oficinas Coordinaciones	70,7
	79,9		51,6
	90,6		70,6
	90,8		71,1
	91,2		71,7
Caldero	102,6	Laboratorio Electrónica	86,3
	103,2		84,9
	93,9		85,1
	103,96		84,8
	103,8		85,9
Bombas presión constante	88,8	Laboratorio electricidad	85,5
	68,6		85,3
	86,9		66,1
	87,1		84,2
	87,3		84,9
Bombas para combustible	81,2	Sala de reuniones	86,7
	81		86,6
	69,9		55,6
	81,5		85,5
	81,7		85,7
Taller mecánico	90,3	Bodega	75,3
	89,5		53,3
	90,6		74,9
	91,1		74,8
	79,1		76,1

Fuente: Mediciones realizadas en Casa de Máquinas Departamento de Mantenimiento

Elaborados por: Ing. César Coral

3.28 CÁLCULO DE LAS MEDICIONES

Identificamos el tipo de ruido, mediante la diferencia entre el valor máximo y mínimo medidos, si el valor resultante es menor o igual a cinco 5(Db); (≤ 5) el ruido es periódico. Si por otra parte es mayor a cinco (> 5), se actuará según lo indicado en la NTP 270, considerándolo como ruido aleatorio, donde su análisis se realiza por muestreo siendo este método una opción para cualquier tipo de ruido, incluso para los ciclos de trabajo.

3.29 NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE DIARIO, (NTP270, NPSEQ.D, POR MUESTRA).

Se calcula mediante las ecuaciones (3 y 4), descritas anteriormente y las tablas de números aleatorios y la de intervalos d confianza al 95% en nuestro estudio, siguiendo el procedimiento explicado en la NTP 270,

3.29.1 Tiempo de la Medición

Para caracterizar adecuadamente el nivel de ruido de cada puesto, se deberá medir el NPSeq, hasta lograr una estabilización de éste. Esto se obtendrá midiendo el NPSeq durante intervalos de tiempo no menores a 5 minutos sin resetear el instrumento, y hasta que su lectura se estabilice en torno a un valor con variaciones menores a 1 dB(A). Esto se obtiene cuando la diferencia aritmética entre dos valores consecutivos de NPSeq (habiendo transcurrido los 5 minutos iniciales) sea menor a 1 dB(A), quedando como valor representativo para el tiempo y actividad medida el último NPSeq. Los tiempos de exposición permitidos se pueden tomar del cuadro N. 3.25.

3.30 TIEMPO DE EXPOSICIÓN PERMITIDO EN FUNCIÓN DEL NIVEL SONORO

Tiempo de exposición permitida por nivel de presión sonora

Nivel sonoro (dBA)	Tiempo de exposición/horas	Nivel sonoro (dBA)	Tiempo de exposición/horas
85	8	101	0,85
86	6,95	102	0,75
87	6,05	103	0,7
88	5,3	104	0,65
89	4,6	105	0,5
90	4	106	0,435
91	3,5	107	0,38
92	3,1	108	0,33
93	2,65	109	0,285
94	2,3	110	0,25
95	2	111	0,22
96	1,75	112	0,19
97	1,5	113	0,165
98	1,3	114	0,145
99	1,15	115	0,125
100	1		

Fuente: Normas de Seguridad en el Trabajo Reglamento General Técnico de Seguridad, Higiene y Medicina en el Trabajo Art. 232 Norma Paraguaya
Elaborados por: Ing. César Coral

3.31 CÁLCULO DE LA DOSIS DE RUIDO A PARTIR DE MEDICIÓN DE $N_{pseq,d}$

En aquellos casos en los que se ha registrado $LA_{eq,d}$, para las tareas más ruidosas realizadas por el trabajador a lo largo de su jornada, se deberá calcular la Dosis de Exposición Diaria a ruido, para lo cual se considerará por cada puesto de trabajo evaluado, según la expresión matemática:

$$Dosis = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \dots + \frac{Te_n}{Tp_n} \quad (6)$$

Dónde:

Te: Tiempo de exposición a un determinado LA_{Seq} (valor medido)

Tp: Tiempo máximo de exposición permitido para ese LASeq

El Nivel de Criterio Técnico según la legislación de nuestro país son 85 dB(A), para una jornada laboral de 8 horas diarias. La razón de cambio ER (Exchange rate). En la legislación de nuestro país se establece que su valor es 5.

En una jornada laboral de ocho horas, se entenderá que se da cumplimiento a los Límites Máximos Permisibles, según jornada de trabajo.

Si el valor calculado para la Dosis de Exposición Diaria es igual o mayor a 1 y en ningún caso se permitirá la exposición de trabajadores a valores de LAeq mayores de 115 dB (A) y LA speak mayores a 140 dB(C).

3.31.1 Mediciones de NPSeq, antes y después de la implementación

Cuadro N. 3.25.1. dB(A) y % de Atenuación reducidos Después de la Implementación

MEDICIONES	Sin Cabina	En Cabina	% Atenuación	dB(A) reducidos
Caldero 1	92,3 dB(A)	67 dB(A)	27 %	25.7 dB(A)
Caldero 1y2	102,1 dB(A)	74 dB(A)	27.4 %	28 dB(A)

3.32 EVALUACIÓN DE RIESGO SEGÚN LA DOSIS PERMITIDA

- Si la dosis es menor a uno ($D < 0.5$) Se determina que el riesgo es riesgo Tolerable.
- Si la dosis es mayor a uno ($D > 0.5$) Se determina que el riesgo es riesgo Intolerable.
- Si la dosis es igual a uno ($D = 0.5$) Se determina que el riesgo es riesgo Discutible.

Resumen de Cálculos de Niveles y Dosis de Ruido.

Departamento de Mantenimiento Áreas de estudio	Nivel de presión continuo $L_{Aeq,T} = \bar{L}_i$	Nivel diario equivalente $S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n - 1}}$	Tipo de ruido Estable si: $L_{Máx} - L_{min} < = 5(Db)$ Periódico $> = 5(Db)$	Tiempo de exposición permitida	Dosis permitida $D = T_e / T_{exp}$
CALDERO N° 1	92.72 (dBA)	90.7(dBA) + 1(dB) 1(dB) SL =92.7 (dBA) calculado (NTP 270)	Tr = 91.2 – 90.6 Tr = 0.6 0.6 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 2.65 horas	D = 7.5 h / 2.65h = 2.83 2.83 > 1 = Riesgo No aceptable o aceptable con control específico
CALDERO N° 2 + N°1	102.9 (dBA)	103.3(dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado =105.3(dBA)	Tr = 103.2 – 102.6 Tr = 0.6 1.36 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 0.5 horas	D = 7.5 h / 0.5h = 15 15 > 1 = Riesgo No aceptable
BOMBAS DE PRESION CONSTANTE	83.74 (dBA)	87.7(dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado =89.7 (dBA)	Tr = 88.8 – 87.1 Tr = 1.87 1.7 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 4.5 horas	D = 7.5 h / 4.5 h = 1.6 1.6 > 1 = Riesgo No aceptable o aceptable con control específico
BOMBAS PARA COMBUSTIBLE	81.2 (dBA)	81.4(dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado = 81.4 (dBA)	Tr = 81 – 79.9 Tr = 1.1 1.1 < 5 = ruido constante o estable	Texp > 8 horas	D = 7.5 h / 8 h = 0.93 h 0.93 < 1 = Riesgo mejorable
LABORATORIOE LECTRICIDAD	79.6 (dBA)	85.2 (dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado =87.2 (dBA)	Tr = 86.1 – 84.9 Tr = 1.2 1.2 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 6.05horas	D = 7.5 h / 6.05 h = 1.23 > 1 = Riesgo No aceptable o aceptable con control específico

OFICINAS COORDINACIÓN	71.1 (dBA)	71.1 (dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado = 73.1 (dBA)	Tr = 86.3 – 84.8 Tr = 1.5 1.5 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 6.5 horas	D = 7.5 h / 6.5 h = 1.15 > 1 = Riesgo No aceptable o aceptable con control específico
LABORATORIO ELÉCTRÓNICA	85.4 (dBA)	85.4 (dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado = 87.4 (dBA)	Tr = 89.5 – 91.1 Tr = 1.6 1.6 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 3.1 horas	D = 7.5 h / 3.1 h = 2.5 > 1 = Riesgo No aceptable o aceptable con control específico
TALLER MECÁNICO	90.3 (dBA)	90.3 (dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado = 92.3 (dBA)	Tr = 70.6 – 71.7 Tr = 0.6 1.1 < 5 = ruido constante o estable	Texp > 8 horas	D = 7.5 h / 8 h = 0.93 < 1 = Riesgo Mejorable
SALA DE REUNIONES CAPACITACIÓN	86 (dBA)	86 (dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado = 88 (dBA)	Tr = 86.7 – 85.5 Tr = 1.2 1.2 < 5 = ruido constante o estable	Texp = 5.3 horas	D = 7.5 h / 5.3h = 1.45 > 1 = Riesgo No aceptable o aceptable con control específico
BODEGA	74.9 (dBA)	74.9 (dBA) + 1(dB) 1(dB) SL calculado = 76.9 (dBA)	Tr = 76.1 – 73.3 Tr = 2.8 2.8 < 5 = ruido constante o estable	Texp > 8 horas	D = 7.5 h / 6 h = 0.93 < 1 = Riesgo Mejorable

Elaborado por: Ing. César Coral

Ejemplo SL= 90.7 (dBA) + Intervalo de confianza por tablas de método por muestreo 1 (dB) + incertidumbre del equipo de medición 1(dB).

3.33 OPERATIVIDAD DE LA PROPUESTA

Se procedió a la construcción de La Cabina de Aislamiento Acústico para posteriormente realizar la respectiva inducción breve de uso adecuado de la cabina y siguiendo los lineamientos presentados en la matriz del cuadro N.3.12.

Matriz Operativa

CATEGORIA	CONCEPTO	VARIABLES	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
DISEÑO INDUSTRIAL	Disciplina orientada a la creación y al desarrollo de los bienes/productos industriales (que pueden ser producidos en serie y a escala), donde interviene la creatividad y la inventiva.	INDEPENDIENTE Cabina de aislamiento acústico	Diseño de la cabina Reducción del nivel de presión sonora Materiales: placas de aglomerado de 20mm de espesor, espuma absorbente de 40mm espesor y 70Kg/m ³ de densidad ipp Dimensiones: 2. m de alto x 1.16 metros ancho	Observaciones Monitoreos in situ Encuesta
HIGIENE INDUSTRIAL	Es la disciplina preventiva que estudia las condiciones del medio ambiente de trabajo, identificando, evaluando y controlando los contaminantes de origen laboral.	DEPENDIENTE Cantidad da ruido atenuado con el funcionamiento de un caldero	Ruido ≤ 85 Db filtro A	Sonómetro Sound-Pro

Fuente: Mediciones realizadas en Casa de Máquinas Departamento de Mantenimiento

Elaborados por: Ing. César Coral

CAPÍTULO IV

4. EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Inicialmente para establecer un diagnóstico del problema se presenta como evidencia imágenes de como realizan sus actividades diarias los trabajadores en la casa de máquinas del Departamento de Mantenimiento del HPGDR, y posteriormente mediante preguntas realizadas durante una entrevista probar si la implementación de una cabina de aislamiento ha reducido el tiempo de exposición al ruido.

El ruido medido en todas las áreas alcanzó niveles superiores a los 85 (dBA), que es el nivel máximo establecido por norma de seguridad.

Condiciones en que laboran algunos trabajadores



Fuente: Departamento de Mantenimiento del HPGDR
Elaborado por: César Coral

Lugar para ubicación de la Cabina de Aislamiento construida



Disposición final Cabina Acústica Casa de Máquinas Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial Docente Riobamba



Fuente: Departamento de Mantenimiento del HPGDR
Elaborado por: César Coral

4.1 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

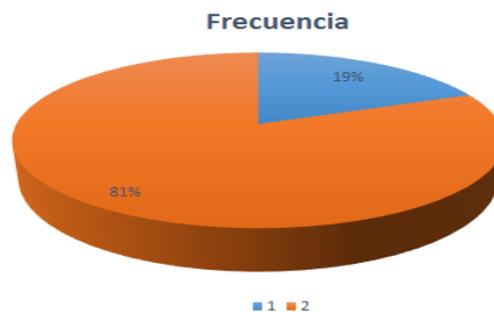
4.1.1 Preguntas antes de la Implementación

1- ¿Conoce usted sobre los factores de riesgo físico a los que está expuesto durante su Jornada de trabajo?

Cuadro N° 4. 1. Conocimiento de los factores de riesgos físicos relacionados con ruidos

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	4	19.05%
NO	17	81.95%
	21	100,00%

Grafico N°4. 1. Conocimiento de los factores de riesgo físico relacionados con ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas

Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al preguntar sobre el conocimiento los factores de riesgo relacionados con el ruido, el 19 % conoce sobre el tema y el 81 % no sabe de los factores de riesgo mencionados.

b. Interpretación

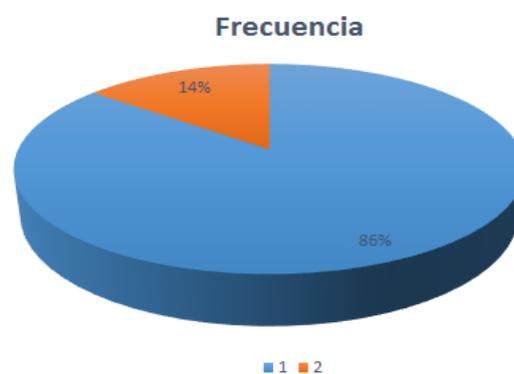
Se debe realizar las inducciones necesarias para lograr que el 100% del personal que trabaja en la casa de máquinas tenga conocimientos referentes a seguridad y salud y las consecuencias a futuro por exposición, la jornada laboral es en turnos de 8 y de 11 horas.

2.- ¿Ha tenido algún problema en su sistema auditivo o trastornos relacionados por la Exposición al ruido en su sitio de trabajo?

Cuadro N° 4. 2.Conocimiento de existencia de afectaciones del sistema auditivo

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	18	86%
NO	3	14%
	21	100,00%

Grafico N°4. 2.Existencia de afectaciones del sistema auditivo



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al preguntar sobre el conocimiento de algún tipo de afecciones relacionadas con el ruido, el 86 % afirma tener efectos y el 14 % no sabe si los tiene.

b. Interpretación

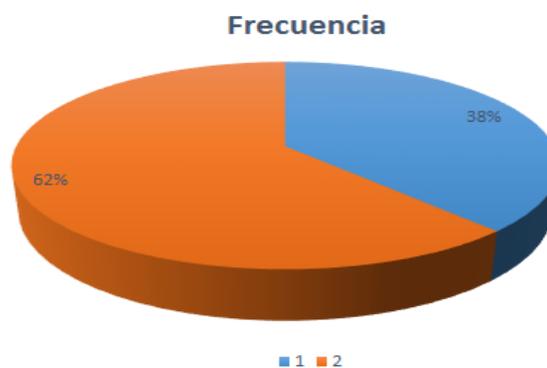
Indica que de la totalidad de los trabajadores el 86% afirma tener algún tipo de afectación por el ambiente ruidoso, el resto desconoce tener la afectación

3.- ¿Considera usted que la implementación de una cabina de aislamiento puede reducir el ruido en los operadores de calderos durante la jornada laboral?

Cuadro N° 4. 3.Conocimiento de reducción de ruido por la cabina de aislamiento

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	8	38%
NO	13	62%
	21	100,00%

Grafico N°4. 3.Conocimiento de Mediciones de Ruido Realizadas



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al consultar al personal de Mantenimiento tenemos que solo el 38 % afirma que si reducirá el ruido en los operadores y el 62% no.

b. Interpretación.

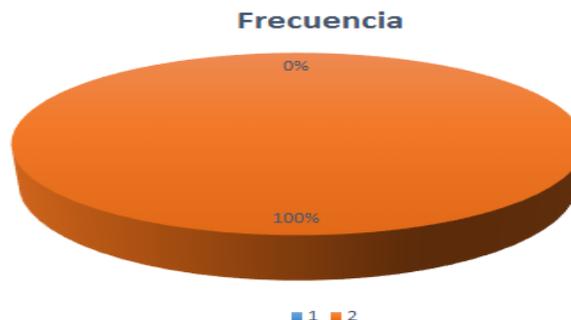
Es necesario que el ambiente de trabajo, sea evaluado por el técnico de seguridad y salud ocupacional de la institución para determinar las condiciones del medio ambiente laboral que pueden afectar a su salud.

4.- ¿Considera que existe una variación significativa en el nivel de ruido cuando funcionan simultáneamente un calderos y otros equipos y dos calderos y otros equipos?

Cuadro N° 4. 4. Conocimiento de Variación significativa del nivel de ruido

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0.0%
NO	21	100%
	21	100,00%

Grafico N°4. 4. Conocimiento de Variación significativa del nivel de ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al consultar al personal de Mantenimiento si perciben algún cambio significativo referente al ruido el 100 % afirma que no se lo perciben así.

b. Interpretación.

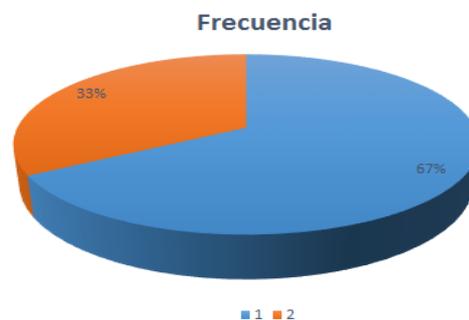
Es necesario realizar capacitaciones con temas referentes al ruido y sus efectos como parte de un programa de seguridad y salud ocupacional y lograr inculcar el conocimiento ya que al no percibir variación tiene ya algún tipo de afectación.

5.- ¿Usted conoce de algún equipo o dispositivo que permita reducir la exposición al ruido durante su jornada normal de trabajo?

Cuadro N° 4. 5.Conocimiento de otros medios para controlar el ruido

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	67%
NO	7	33%
	21	100,00%

Grafico N°4. 5.Conocimiento de otros medios para controlar el ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al preguntar sobre el conocimiento de algún medio alternativo de control de ruido el 33% no tiene conocimiento referente al tema de control de ruido y el 67 % menciona conocer otros medios de control haciendo referencia más en la cabina aislada.

b. Interpretación

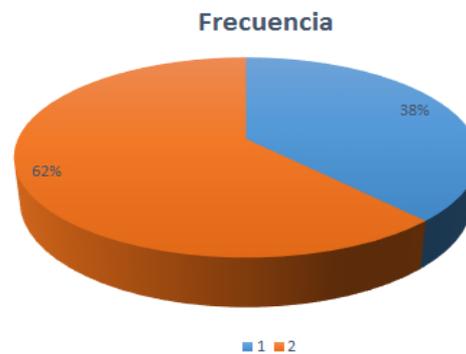
Se debe realizar la implementación de un dispositivo de control de ruido alternativo a los que ya poseen como lo es la cabina de aislamiento acústico.

6. ¿Considera que el implementar un medio de aislamiento de ruido puede reducir los trastornos del sistema auditivo?

Cuadro N° 4. 6. Conocimiento de trastornos causados por ruido

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	8	90 %
NO	13	10%
	21	100%

Grafico N°4. 6. Conocimiento de trastornos causados por ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al consultar al personal mantenimiento si al contar con la cabina de aislamiento acústico puede disminuir las afecciones al sistema auditivo el 90% responde afirmativamente y el 10% que no sería así

b. Interpretación

Es necesario que implementar la cabina de aislamiento ya que este ayudará de forma significativa a controlar la Pérdida Auditiva Inducida por ruido en el personal.

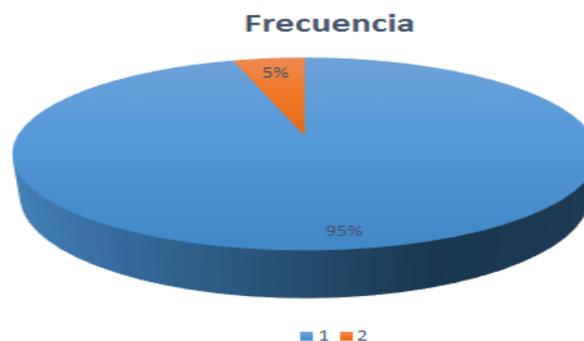
4.2 PREGUNTAS DESPÚES DE LA IMPLEMENTACIÓN

1- ¿Conoce usted sobre los factores de riesgo físico a los que está expuesto durante su jornada de trabajo?

Cuadro N° 4. 7.Conocimiento de los factores de riesgo físico relacionados con ruido

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	20	95%
NO	1	5%
	21	100,00%

Grafico N°4. 7. Conocimiento de los factores de riesgo físico relacionados con ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al preguntar sobre el conocimiento los factores de riesgo relacionados con el ruido, el 95 % ya conoce sobre el tema y el 5% no conoce los factores de riesgo mencionados.

b. Interpretación

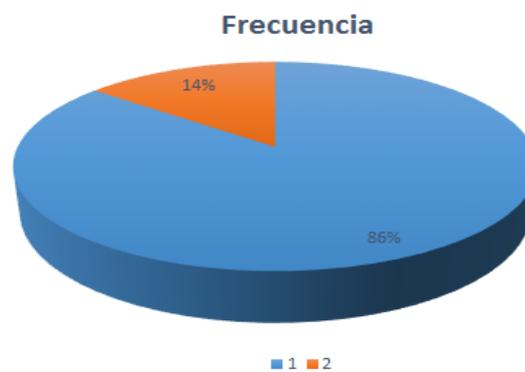
Se debe realizar las inducciones necesarias al personal restante para lograr que el 100% del personal que trabaja en la casa de máquinas tenga conocimientos referentes a seguridad y salud y las consecuencias a futuro.

2.- ¿Ha tenido algún problema en su sistema auditivo o trastornos relacionados por la exposición por la exposición al ruido en su sitio de trabajo?

Cuadro N° 4. 8.Existencia de afectaciones del sistema auditivo

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	18	86%
NO	3	14%
	21	100,00%

Grafico N°4. 8. Existencia de afectaciones del sistema auditivo



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al preguntar sobre la existencia de algún tipo de afecciones relacionadas con el ruido, el 86 % afirma tener efectos y el 14 % no sabe si los tiene.

b. Interpretación

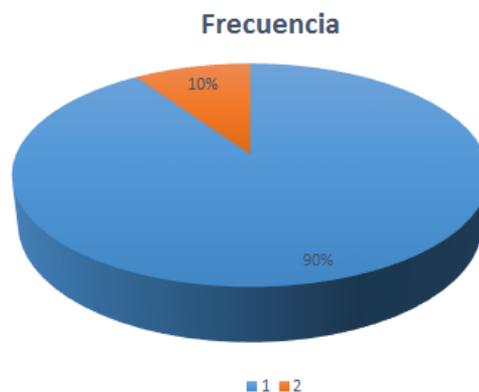
Se mantienen los valores de las preguntas de (antes de), puesto que las afecciones de tipo auditivo son irreversibles.

3.- ¿Considera usted que la implementación de una cabina de aislamiento puede reducir el ruido en los operadores de calderos durante la jornada laboral?

Cuadro N° 4. 9. Consideraciones sobre la implementación

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	19	100%
NO	2	0%
	21	100,00%

Grafico N°4. 9. Consideraciones sobre la implementación



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al consultar al personal de Mantenimiento del HPGDR, referente a si se ha realizado evaluaciones físicas para establecer los niveles de exposición durante la jornada laboral tenemos que el 100% tiene conocimiento.

b. Interpretación.

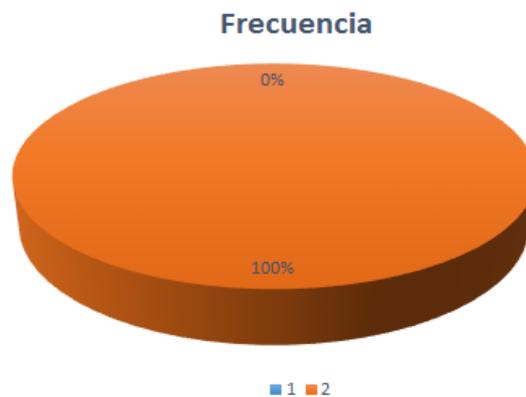
Es necesario que el ambiente de trabajo, sea evaluado por el técnico de seguridad y salud ocupacional de la institución para determinar los niveles de ruido seguros y los que pueden afectar a su salud en forma periódica.

4.- ¿Considera que existe una variación significativa en el nivel de ruido cuando funcionan simultáneamente un calderos y otros equipos y dos calderos y otros equipos?

Cuadro N° 4. 10.Conocimiento sobre la percepción de variación del ruido

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0%
NO	21	100%
	21	100,00%

Grafico N°4. 10.Conocimiento sobre la percepción de variación del ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

El 100% del personal afirma no percibir variaciones en el ruido con uno y dos calderos

b. Interpretación

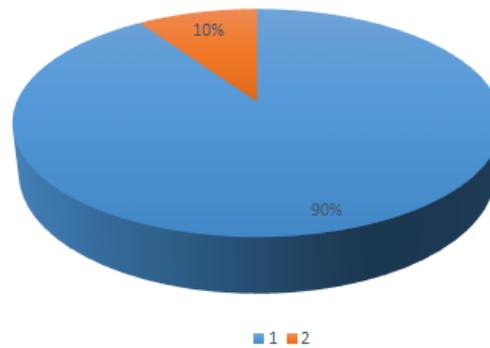
Se debe realizar las inducciones necesarias para lograr que el 100% del personal que trabaja en la casa de máquinas tenga ya algún tipo de trastorno auditivo.

5.- ¿Usted conoce de algún equipo o dispositivo que permita reducir la exposición al ruido durante su jornada de trabajo?

Cuadro N° 4. 11.Conocimiento de otros medios para controlar el ruido

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	19	90%
NO	2	10%
	21	100,00%

Grafico N°4. 11.Conocimiento de otros medios para controlar el ruido



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al preguntar sobre el conocimiento de algún medio alternativo de control de ruido el 90% ya tiene conocimiento referente y el 10 % menciona no conocer otros medios de control haciendo referencia más en la cabina aislada.

b. Interpretación

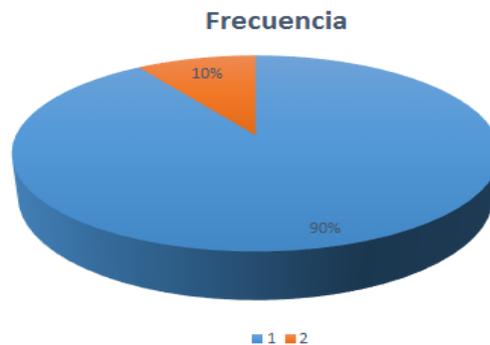
Se debe realizar la implementación de un dispositivo de control de ruido alternativo a los que ya poseen como lo es la cabina de aislamiento acústico.

6. ¿Considera que la implementación de un medio de aislamiento de ruido puede reducir las afectaciones del sistema auditivo?

Cuadro N° 4. 12. Conocimiento de los beneficios de la implementación

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SI	19	90 %
NO	2	10%
	21	100%

Grafico N°4. 12. Conocimiento de los beneficios de la implementación



Fuente: Cuestionario de signos y Síntomas
Elaborado por: César Coral

a. Análisis

Al consultar al personal mantenimiento si al contar con la cabina de aislamiento acústico puede disminuir las afecciones al sistema auditivo el 90% cree que si y el 10% que no sería así

b. Interpretación

Es necesario que implementar la cabina de aislamiento ya que este ayudará de forma significativa a controlar la Pérdida Auditiva Inducida por Ruido en el personal del departamento de mantenimiento.

Cuadro N° 4. 13. Cuadro Comparativo.

Mediciones	Antes de la Implementación		Después de la Implementación	
	SI	NO	SI	NO
¿Conoce usted sobre los factores de riesgo físico a los que está expuesto durante su jornada de trabajo?	SI	4	SI	20
	NO	17	NO	1
¿Ha tenido algún problema en su sistema auditivo o trastornos relacionados por la exposición al ruido en su sitio de trabajo?	SI	18	SI	18
	NO	3	NO	3
¿Considera usted que la implementación de una cabina de aislamiento puede reducir el ruido en los operadores de calderos?	SI	8	SI	19
	NO	13	NO	2
¿Considera que existe una variación significativa en el nivel de ruido cuando funcionan simultáneamente los dos calderos y otros equipos?	SI	0	SI	0
	NO	21	NO	21
¿Usted conoce de algún equipo o dispositivo que permita reducir la exposición al ruido durante su jornada de trabajo?	SI	14	SI	19
	NO	7	NO	2
¿Considera que la implementación de un medio de aislamiento de ruido puede reducir las afectaciones del sistema auditivo?	SI	7	SI	19
	NO	14	NO	2

Fuente: Cuestionario realizado en el departamento de mantenimiento

Elaborado por: César Coral

4.3 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

4.3.1 Pasos para probar la hipótesis

Cuando se trata de validar una hipótesis nula o teórica se deben seguir una serie de pasos pudiendo resumirse en cuatro pasos.

Paso 1.- Proponer las hipótesis H_0 y H_1 , donde:

H_0 = simboliza la hipótesis nula

H_1 = simboliza la hipótesis alternativa

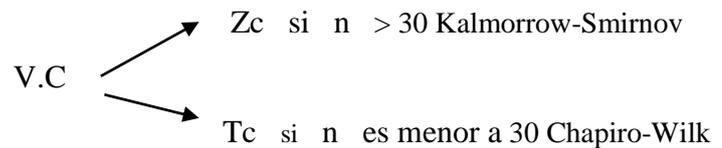
Paso 2.- Especificar la significación es decir $\alpha = 0.05 = 5\%$

Paso 3.- Calcular los valores críticos y de pruebas, definiendo las zonas de aceptación

Paso 4.- Decisión y conclusión.

Valores críticos y de Prueba

Los valores críticos y de prueba se pueden simbolizar con Z_c o T_c dependiendo del tamaño de la muestra; si la muestra es $>$ de 30 se simboliza con Z_c y si es menor de 30 se simboliza con T_c :



4.3.2 Comprobación de la Hipótesis específica 1.

1.- Establecer las hipótesis H_0 y H_1

H_0 : La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, no disminuye el nivel de exposición al ruido durante el funcionamiento de un caldero y otros equipos en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

H_1 : La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, si disminuye el nivel de exposición al ruido durante el funcionamiento de un caldero y otros equipos en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

2.- Escoger el nivel de significación. Se elige el nivel 0.05 que es el mismo para el error tipo I. por lo que 0.05 es la probabilidad que se rechace la hipótesis nula.

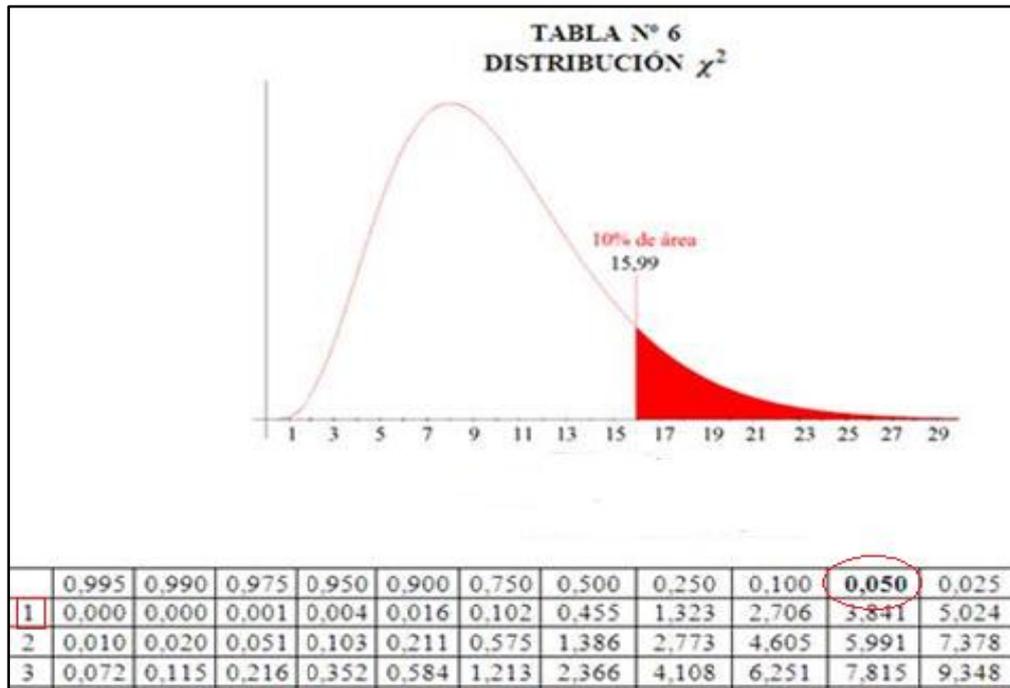
3.- Escoger el estadístico de ensayo, que en esta investigación es el chi cuadrado.

$$X_c^2 = \frac{f_o - f_e}{f_e}^2$$

fo = frecuencia observada en una frecuencia específica
 fe = Frecuencia esperada en una frecuencia específica

$$\chi^2 = 3.841 \text{ (tabla)}$$

Tabla de distribución.



Elaborado por: Ing. César Coral

4.- Se plantea la regla de decisión. Este número se determina por el número de columnas (-1) y se multiplica por el número de filas (-1) y se elabora la tabla de contingencias, frecuencia observada y frecuencia esperada.

La tabla indica los resultados de antes y después de la implementación.

Frecuencia observada

Frecuencia observada

Interpretación de disminución de exposición al ruido	Frecuencia observada antes (fo)	Frecuencia observada después (fe)	Total (Ti)
si	8	19	27
no	13	2	15
Total, identificado y evaluado (Tj)	21	21	42 (Tt)

Fuente: Cuestionario Signos y Sintomas

Elaborado por: Ing. César Coral

Frecuencia esperada

Frecuencia esperada

Interpretación de disminución de exposición al ruido	Frecuencia esperada antes (fe)	Frecuencia esperada después (fe)	Total (Ti)
Si	13.5	13.5	27
No	7.5	7.5	15
Total identificado y evaluado (Tj)	21	21	42

Fuente: Cuestionario Signos y Sintomas

Elaborado por: Ing. César Coral

5.- Calculamos el chi cuadrado

	f_o	f_e	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
antes	8	13,500	-5,5	30,25	2,241
	13	7,5	5,5	30,25	4,033
después	19	13,5	5,5	30,25	2,241
	2	7,5	-5,5	30,25	4,033
	42				12,548
	n				$x_c^2 = \sum \left[\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$

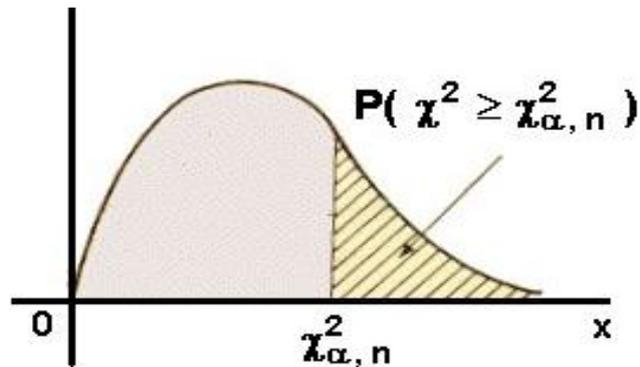
Fuente: tabla 4.16 y 4.17 y software

Elaborado por: Ing. César Coral

6.- Decisión.

Como chi cuadrado calculado $\chi^2_c = 12.58 > \chi^2_{t2} = 3.8415$ (tabla), se rechaza H_0 y se admite la H_1 .

Distribución no paramétrica chi cuadrado



Fuente: Cálculos realizados

Elaborado por: Ing. César Coral

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, si disminuye el nivel de exposición al ruido durante el funcionamiento de un caldero y otros equipos en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

4.3.2.1 Comprobación de la Hipótesis específica 2.

1.- Establecer las hipótesis H_0 y H_1

H_0 : La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, no disminuye el nivel de exposición al ruido durante el funcionamiento de dos calderos y otros equipos en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

H_1 : La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, si disminuye el nivel de exposición al ruido durante el funcionamiento de dos calderos y otros equipos en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

2.- Escoger el nivel de significación. Se elige el nivel 0.05 que es el mismo para el error tipo I. por lo que 0.05 es la probabilidad que se rechace la hipótesis nula.

3.- Escoger el estadístico de ensayo, que en esta investigación es el chi cuadrado.

$$X_c^2 = \frac{fo-fe^2}{fe}$$

fo = frecuencia observada en una frecuencia específica
 fe = Frecuencia esperada en una frecuencia específica

$$X_{t^2} = 3.841 \text{ (tabla)}$$

4.- Se plantea la regla de decisión. Este número se determina por el número de columnas (-1) y se multiplica por el número de filas (-1) y se elabora la tabla de contingencias, frecuencia observada y frecuencia esperada.

La tabla indica los resultados de antes y después de la implementación.

Frecuencia observada

Interpretación de disminución de exposición al ruido	Frecuencia observada antes (fo)	Frecuencia observada después (fe)	Total (Ti)
si	7	19	26
no	14	2	16
Total, identificado y evaluado (Tj)	21	21	42 (Tt)

Fuente: Cuestionario realizado en el departamento de mantenimiento

Elaborado por: Ing. César Coral

Frecuencia esperada

Interpretación de disminución de exposición al ruido	Frecuencia esperada antes (fe)	Frecuencia esperada después (fe)	Total (Ti)
Si	13	13	26
No	8	8	16
Total identificado y evaluado (Tj)	21	21	42

Fuente: Cuestionario realizado en el departamento de mantenimiento

Elaborado por: Ing. César Coral

5.- Realizamos los cálculos de chi cuadrado

	f_o	f_e	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
antes	7	13,000	-6	36	2,769
	19	13	6	36	2,769
después	14	8	6	36	4,500
	2	8	-6	36	4,500
	42				14,538
	n				$\chi_c^2 = \sum \left[\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$

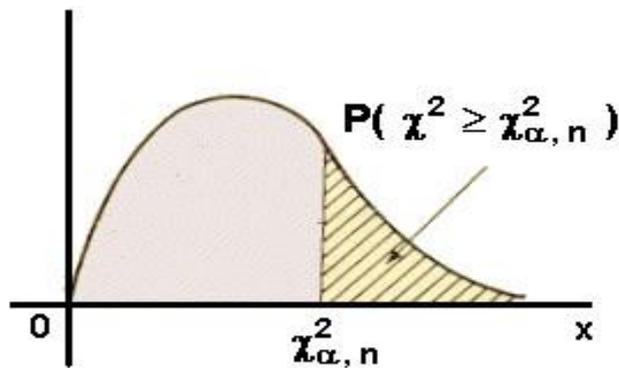
Fuente: tabla 4.16 y 4.17 y software

Elaborado por: Ing. César Coral

6.- Decisión.

Como chi cuadrado calculado $\chi_{c^2} = 14.538 > \chi_{t^2} = 3.8415$ (tabla), se rechaza H_0 y se admite la H_1 .

Figura No. 4.15.- El uso de la cabina de aislamiento acústico disminuirá la exposición al ruido



Fuente: Cálculos realizados

Elaborado por: Ing. César Coral

La implementación de la cabina de aislamiento acústico para el departamento de mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba, si disminuye el nivel de exposición al ruido durante el funcionamiento de dos calderos y otros equipos en los operadores de calderos en el período enero a junio 2015.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

Se implemento una Cabina de Aislamiento Acústico para operadores de calderos del Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

Consiguiendo atenuar en un 27% el nivel de presión sonora pasando los trabajadores de una exposición de 92.7 dB(A), a 67 dB(A) con el funcionamiento de un caldero.

Se implemento una Cabina de Aislamiento Acústico para operadores de calderos del Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

Consiguiendo atenuar en un 27,4% el nivel de presión sonora pasando los trabajadores de una exposición de 102 dB(A), a 74 dB(A) con el funcionamiento de dos calderos.

El porcentaje de atenuación de acuerdo a los materiales de construcción es de un 30%, con un error de menos de $\pm 3\%$ y en referencia la medición final realizada en el interior de la cabina que es de 75 dB(A), lo que nos coloca dentro de los niveles de presión sonora seguros.

5.2 RECOMENDACIONES

La implementación de la Cabina de Aislamiento Acústico, como medio de control y prevención de enferme profesionales derivadas de la Pérdida Auditiva Inducida por Ruido (PAIR).

Se recomienda establecer un plan de conservación auditiva, administrado por la oficina de Seguridad y salud ocupacional del HPGDR, en el que se incluyan mediciones periódicas de ruido, exámenes ocupacionales, (audiometrías), con la finalidad de prevenir oportunamente una enfermedad profesional

Evaluar los EPPs, existentes de forma técnica y recomendar la dotación de aquellos elementos que proporcionan una adecuada atenuación y mejores características de confort para el personal.

Se recomienda que todo el personal con molestias auditivas sea integrado a un programa de control terapéutico de sus trastornos ya que no es posible modificar su actividad laboral, haciendo énfasis en el control porque los trastornos auditivos son irreversibles.

Realizar estudios complementarios, tales como estrés térmico, bibraciones y hunmedad, y los de riesgos que de manera generalizada estén presentes dentro del entorno laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- Normativa técnica NTP 951.
- Normativa técnica colombiana GTC 45.
- Normativa técnica NTP 270.
- Revista Prevención de Riesgos Laborales – PRL 2011, Volumen 8 Pág. 5 – 11
- Normativa de seguridad y salud en el Trabajo, Resolución 390: Reglamento del seguro General de Riesgos del Trabajo. Quito. IESS.
- Ecuador ministerio de Trabajo y Recursos Humanos (2014). Manual de seguridad e higiene del trabajo. Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, Dirección General del Trabajo, Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo.
- INSHBT, IBV (2003), Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Madrid
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la exposición al ruido. España: 1997.
- BS 8800:2004. British Standard. Normativa técnica colombiana GTC 45
- OSHA 18001
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Manual de bioseguridad en el laboratorio, tercera edición. Ginebra. 2005,
- Behar, “El Ruido y su Control”. Editorial Trillas (México, 1994). 166 páginas. Versión actualizada de la edición original en Argentina. Abarca los tópicos más importantes.
- S.N.Y. Gerges, "Ruido: Fundamentos y Control". Edición del autor (Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. 588 páginas 1992
- L.E. Kinsler, A.R. Frey, A.B. Coppens, J.V. Sanders, “FUNDAMENTOS DE ACUSTICA”. Ed. Laura.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2005). "Encuesta de Condiciones de Trabajo 2005. Daños a la salud.", Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2003). "V Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo".
- LEY 37/2003, del Ruido. España.

- Universidad BIO-BIO, Chile, A/S. Ruido Ambiental.2000.
- Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit. Ruido y su mitigación. Módulo 5c.
- ICONTEC. NTC 3520 Acústica. Descripción y medición del ruido ambiental. Obtención de datos relativos al uso en campo.
- NORMA ISO 1996.
- EDICCIÓN ESMAS COM. Efectos del ruido en la salud.
- <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2013/09/protectores-auditivos.html>
- <http://www.hhmi.org/news/pdf/chang-esp.pdf>.
- http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctr_banding/toolkit/main_guide.pdf.
- <http://www.dama.gov.co/ruido/noise.htm>. Red de Ruido Bogotá.
- <http://www.terra.es/personal/kikececi/efectosrui.htm>. Efectos del ruido.
- <http://www.dama.gov.co/ifweb/ifx/if20006.htm>
- <http://fcm.uncu.edu.ar/joomla/downloads/OMS.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1.

Proyecto de Tesis Aprobado


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
INSTITUTO DE POSGRADO

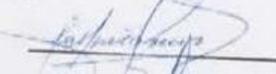
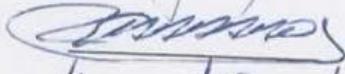
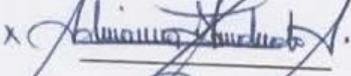
**ACTA DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL
PROYECTO DE TESIS DE MAESTRÍA**

En la ciudad de Riobamba, a los nueve días del mes de mayo del 2015, quienes suscriben Miembros de la Comisión de Estudio de Temas y Proyectos de Tesis designados por Consejo Directivo del Instituto de Posgrado, de la Universidad Nacional de Chimborazo, para evaluar el **Proyecto** de Tesis del (a) Señor(a) **CORAL TAPIA CESAR ALFREDO** cuyo título es **CABINA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA OPERADORES DE CALDEROS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA.**

A efectos de cumplir con el requisito legal para optar por el Grado de: **MAGISTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL** emitimos el siguiente veredicto:

APRUEBA: Sí
EMITE INFORME:

Para constancia firman la presente Acta la Comisión.

PRESIDENTE:	Dra. Angélica Urquiza A. Mgs	
MIEMBRO COMISIÓN	Dr. Oliver Jara Montes Mgs	
	Ing. Edmundo Cabezas Mgs	
COORDINADOR:	Dr. Eduardo Montalvo Mgs	
SECRETARIA:		



Anexo 1.1. Tema de tesis Aprobado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSGRADO

ACTA DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL TEMA DE TESIS DE MAESTRÍA

En la ciudad de Riobamba, a los siete días del mes de marzo del 2015, quienes suscriben Miembros de la Comisión de Estudio de Temas y Proyectos de Tesis designados por Consejo Directivo del Instituto de Posgrado, de la Universidad Nacional de Chimborazo, para evaluar el **Tema** de Tesis del (a) Señor(a) **CORAL TAPIA CESAR ALFREDO** cuyo título es **CABINA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA OPERADORES DE CALDEROS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA.**

A efectos de cumplir con el requisito legal para optar por el Grado de: **MAGISTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL** emitimos el siguiente veredicto:

APRUEBA: Sí

EMITE INFORME:

Para constancia firman la presente Acta la Comisión.

PRESIDENTE:

Dra. Angélica Urquiza A. Mgs

MIEMBRO COMISIÓN

Dr. Oliver Jara Montes Mgs

Ing. Edmundo Cabezas Mgs

COORDINADOR:

Dr. Eduardo Montalvo Mgs

SECRETARIA:



Anexo 2. Encuesta

CUESTIONARIO DE SIGNOS Y SÍNTOMAS POR EXPOSICIÓN AL RUIDO HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA CASA DE MÁQUINAS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

EMPRESA / INSTITUCIÓN	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA
Área	Departamento de Mantenimiento
Nombre del puesto de trabajo	
Existen quejas previas por ruido	
Encuestado	
Fecha	

1- ¿Conoce usted sobre los factores de riesgo físico a los que está expuesto durante su jornada de trabajo?

SI..... NO.....

2.- ¿Ha tenido algún problema en su sistema auditivo o algún tipo de síntoma relacionado con las PAIR (Perdida Auditiva Inducida por Ruido), producidos por la exposición al mismo en su sitio de trabajo?

SI..... NO.....

3.- ¿Se han realizado mediciones de ruido en su sitio de trabajo, para determinar los niveles de exposición con las que labora durante la jornada laboral?

SI..... NO.....

4.- ¿Ha recibido inducciones o algún tipo de capacitación sobre ruido en el Departamento de Mantenimiento del HPGDR?

SI..... NO.....

5.- ¿Sabe que superar los 80 (dBA), durante una jornada de trabajo de 8 horas, puede causar sordera y otras afectaciones en el cuerpo?

SI..... NO.....

6.- ¿Usted conoce de algún equipo o dispositivo que permita reducir la exposición al ruido durante su jornada normal delabores?

SI..... NO.....

7. ¿Considera usted que el implementar un medio de aislamiento de ruido reducirá las perdidas Auditivas Inducidas por Ruido?

SI..... NO.....

Sugerencias de mitigación para disminuir la contaminación acústica

Comente.....
.....

Firma del encuestado

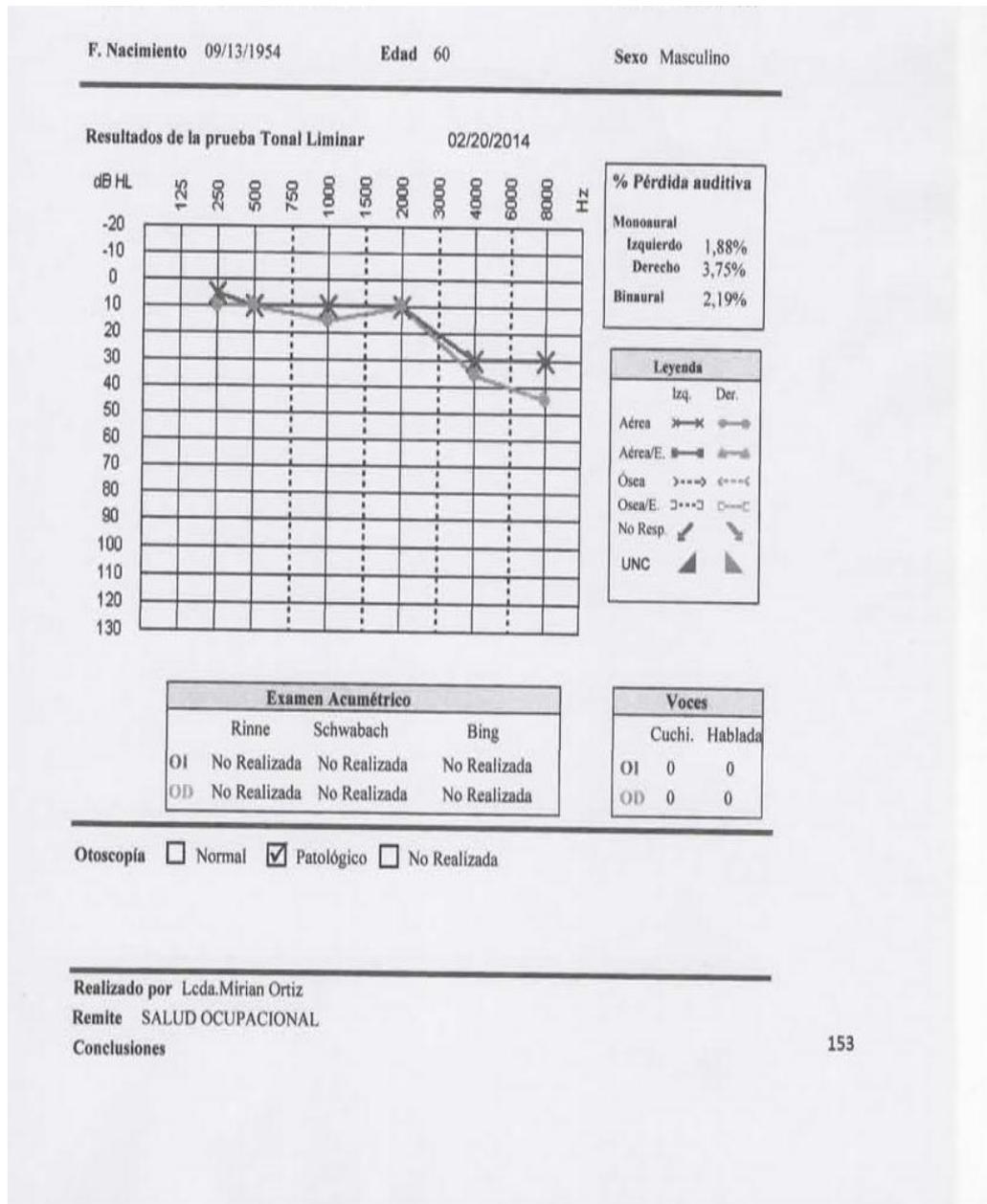
.....

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Fuente: adaptación del Cuestionario Nórdico (Protocolos de vigilancia para trabajadores expuestos a factores de riesgo. Ministerio de Salud Chile. 2012.PP.34-36).

Elaborado por: César Coral.

Anexo 3. Ejemplo de Audiometrías Realizadas al Personal del Departamento de Mantenimiento del Hospital Provincial General Docente Riobamba



El documento se expone como informativo ya que por restricción legal no se puede acceder a documentación personal sin previa autorización del individuo.

Anexo 4. Programa de capacitación a calderistas

DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
Capacitación preventiva inicial en seguridad y salud	Jefatura de Mantenimiento
Capacitación preventiva específica del puesto de trabajo	
Capacitación preventiva continua en seguridad y salud	

CAPACITACIÓN PREVENTIVA ESPECÍFICA DEL PUESTO DE TRABAJO

Los conocimientos serán impartidos por el personal de la Jefatura de SSO a los trabajadores que se encuentran a su cargo; considerando, todos los aspectos de seguridad y prevención en la ejecución de las operaciones propias de cada puesto, como es el caso de la capacitación en el uso del dispositivo de aislamiento acústico.

CAPACITACIÓN PREVENTIVA CONTINUA (Charlas diarias y semanales)

Directivos y técnicos. Deberán asistir a sesiones formativas especialmente en materia de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, que se planificarán para el efecto.

Mandos intermedios. Periódicamente realizarán una capacitación actualizada sobre los aspectos de seguridad de las áreas y secciones a su cargo, impartida por la Jefatura de SSO.

Además, recibirán información teórica y práctica, cuando se incorporen en su sección nuevas tecnologías o sustancias que modifiquen de modo considerable las condiciones de seguridad y salud o los procedimientos y modos de trabajo. Esta formación se podrá concretar con un servicio externo.

Trabajadores. Periódicamente los trabajadores participarán en sesiones de capacitación con el fin de asegurar el mantenimiento de conocimientos actualizados sobre los aspectos tratados en la formación inicial impartida.

EVIDENCIAS DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEL HPGDR

Evidencia de capacitación en Cabina de Aislamiento



Imagen del trabajador utilizando la cabina



Anexo 4.1. Registro de Capacitación

 Ministerio de Salud Pública	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES		
	NUMERAL 4.2.3 – 4.2.4	R 23 10/01/15	RIESGOS FÍSICOS: RUIDO

Fecha: 10/01/2015

Hora de Inicio: 08H00

Hora de Finalización: 13H00

TIPO: Capacitación

Reunión

Evento

Tema: Factores de riesgo físico

Facilitador: Ing. CÉSAR CORAL

No.	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	Cañizares Alfredo	Calderista	
2	Vilema Edison	Calderista	
3	Vinuesa Luis	Tec. Área mecánica	
4	Orozco Oswaldo	Analista transportes	
5	César Coral	Facilitador	
6	Maji Washington	Tec. Área mecánica	
7	Garrido Washington	Analista mecánico	
8			
9			

RESPONSABLE: ING. CÉSAR CORAL	FECHA: 10/10/15	PAGINA 1 DE 1
-------------------------------	-----------------	---------------

Facilitador: Ing. César Coral

Anexo 4.2. Registro de Capacitación

 Ministerio de Salud Pública	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES		
	NUMERAL 4.2.3 – 4.2.4	R 23 10/01/15	RIESGOS FÍSICOS: RUIDO

Fecha: 10/01/2015

Hora de Inicio: 08H00

Hora de Finalización: 13H00

TIPO: Capacitación

Reunión

Evento

Tema: Cabina de Aislamiento Acústico – Uso adecuado

Facilitador: Ing. CÉSAR CORAL

No.	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	Cañizares Alfredo	Calderista	
2	Vilema Edison	Calderista	
3	Vinuesa Luis	Tec. Área mecánica	
4	Orozco Oswaldo	Analista transportes	
5	César Coral	Facilitador	
6	Maji Washington	Tec. Área mecánica	
7	Garrido Washington	Analista mecánico	
8			
9			

RESPONSABLE: ING. CÉSAR CORAL	FECHA: 10/10/15	PAGINA 1 DE 1
-------------------------------	-----------------	---------------

Facilitador: Ing. César Coral

Anexo 5. Procedimiento de Calibración del Sonómetro

- El sonómetro deberá calibrarse periódicamente, preferiblemente antes y después de cada medición. Para ello, dispondremos de un calibrador con el cual realizar esta tarea.
- Cada sonómetro dispone de su modelo de calibrador específico, no siendo válidos todos los calibradores para todos los sonómetros.
- La calibración del sonómetro la realizamos nosotros mismos, y para ello lo pondremos en modo calibración y le acoplaremos el calibrador, que emitirá un sonido a unos decibelios prefijados.
- La calibración deberá realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante y se suele realizar de forma vertical, insertando el micrófono en el hueco del calibrador.
- Se grabará en la memoria del sonómetro la fecha y hora de calibración, este dato podrá ser reflejado en los informes que imprimamos.
- El calibrador, deberá ser calibrado anualmente en un laboratorio autorizado. El resguardo la esta calibración, será remitido al cliente junto con los resultados del informe de medición.

Anexo 6. Ficha para Selección de Protector Auditivo

Antecedentes de la Evaluación del Ruido en el puesto de trabajo, según D.S. N° 594/99 del MINSAL	
Puesto de Trabajo	
Número de trabajadores por puesto	
Fuentes de Ruido	
Tipo de Ruido	
NPSeq Final en dB(A)	

Niveles de ruido en el Puesto de trabajo para la determinación del L'_A si se utiliza el método de Bandas de Octava, HML o SNR								
Frecuencia	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel Continuo Equivalente por Banda de Octava del Puesto de trabajo								

L_A		dB(A)	$L_C - L_A$	
L_C		dB(C)		

Protector(es) Auditivo(s) Seleccionado(s)		
Marca	Modelo	Tipo

Anexo 7. Tabla de Riesgos GTC (45)

Descripción	Clasificación						
	Biológico	Físico	Químico	Psicosocial	Biomecánicos	Condiciones de seguridad	Fenómenos naturales*
	Virus	Ruido (de impacto, intermitente, continuo)	Polvos orgánicos inorgánicos	Gestión organizacional (estilo de mando, pago, contratación, participación, inducción y capacitación, bienestar social, evaluación del Desempeño, manejo de cambios).	Postura (prolongada mantenida, forzada, antigravitacional)	Mecánico (elementos o partes de máquinas, herramientas, equipos, piezas a trabajar, materiales proyectados sólidos o fluidos)	Sismo
	Bacterias	Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)	Fibras	Características de la organización del Trabajo (comunicación, tecnología, organización del trabajo, demandas cualitativas y cuantitativas de la labor).	Esfuerzo	Eléctrico (alta y bajatensión, estática)	Terremoto
	Hongos	Vibración (cuerpo entero, segmentaria)	Líquidos (nieblas y rocíos)	Características del grupo social de trabajo (Relaciones, cohesión, calidad de interacciones, trabajo en equipo).	Movimiento repetitivo	Locativo (sistemas y medios de almacenamiento), superficies de trabajo (irregulares, deslizantes, con diferencia del nivel), condiciones de orden y aseo, (caídas de objeto)	Vendaval
	<i>Rickettsias</i>	Temperaturas extremas (calor y frío)	Gases y vapores	Condiciones de la tarea (carga mental, contenido de la tarea, demandas emocionales, sistemas de control, Definición de roles, monotonía, etc).	Manipulación manual de cargas	Tecnológico (explosión, fuga, derrame, incendio)	Inundación
	Parásitos	Presión atmosférica (normal y ajustada)	Humos metálicos, no metálicos	Interfase persona - tarea (conocimientos, habilidades en relación con la demanda de la tarea, iniciativa, autonomía y reconocimiento, Identificación de la persona con la tarea y la organización).		Accidentes de tránsito	Derrumbe
	Picaduras	Radiaciones ionizantes (rayos x, gama, beta y alfa)	Material particulado	Jornada de trabajo (pausas, trabajo nocturno, rotación, horas extras, descansos)		Públicos (robos, atracos, asaltos, Atentados, de orden público, etc.)	Precipitaciones, (lluvias, granizadas, heladas)
	Mordeduras	Radiaciones no ionizantes (láser, ultravioleta, infrarroja, radiofrecuencia, microondas)				Trabajo en alturas	
	Fluidos o excrementos					Espacios confinados	

* Tener en cuenta únicamente los peligros de fenómenos naturales que afectan la seguridad y bienestar de las personas en el desarrollo de una actividad. En el Plan de emergencia de cada empresa, se considerarán todos los fenómenos naturales que pudieran afectarla.

Anexo 8. Departamento de Mantenimienmto del HPGDR



Anexo 8.1. Casa de Máquinas Departamento de Mantenimienmto del HPGDR



Anexo 9.- Equipos Generadores de Ruido

Anexo 9.1. Calderos



Anexo 9.2. Bombas para condensado de agua de formación de calderos



Anexo 9.3. Banco de bombas para suministro de agua a presión constante



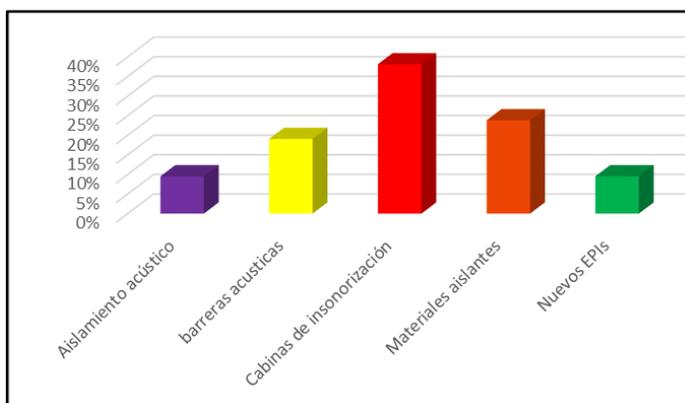
Anexo 9.4. Grupo de generación eléctrica



Anexo 9.5. Taller mecánico



Anexo 10. Grafico sobre conocimiento de medios contra el ruido



Anexo 11. Influencia de las aberturas en la aislación acústica

La mayoría de tabiques que cumplen con la función de aislamiento acústica, necesita de ventanas para iluminación y puertas de ingreso, elementos que disminuyen el aislamiento.

Para obtener el índice de debilitamiento de dB(A) se utiliza la siguiente ecuación:

$$R = R_t - 10 \log (1 + S_v/S_t (10 (R_t - R_v)/10 - 1))$$

Donde:

- R Índice de debilitamiento resultante [dB(A)]
- S_v Superficie del vano [m²]
- S_t Superficie de tabique [m²]
- R_v Índice de aislamiento acústico del vano [dB(A)]
- R_t Índice de aislamiento acústico del tabique [dB(A)]

Puertas

Se implantará una puerta de 0,9 m. de ancho por 2 m. de alto

Ventanas

Se implantará una ventana de 1,25 m de ancho y 0,75 m de alto, con un par de vidrios de 4 mm. y cámara de aire de 120 mm.

Datos para Cálculo de Averturas

DATOS		
	puerta	ventana
S_v	1,8 m ²	0,94 m ²
S_t	5,75 m ²	5,75 m ²
R_v	30 dB(A)	30 dB(A)
R_t	42 dB(A)	42 dB(A)
Reducción	*36,71 dB(A)	*36,71 dB(A)

Anexo 12. Fases de la construcción

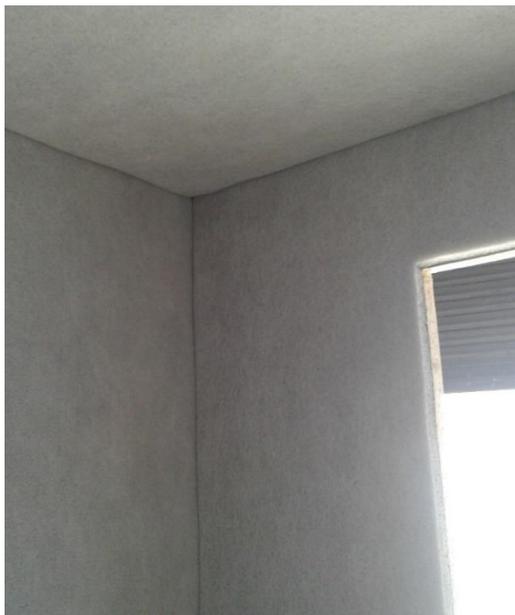
Anexo 12.1 Trazado



Anexo 12.2 Ensamblaje de Materiales y paneles absorbentes acústicos armados



Anexo 12.3 Ensamblaje estructuras anecoicas



Anexo 12.4 Montaje de puerta y acabados finales



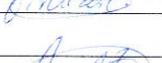
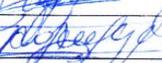
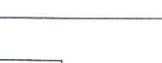
Anexo 13. Control Asistencias Capacitaciones

 Ministerio de Salud Pública	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES		
	NUMERAL 4.2.3 – 4.2.4	R 23 10/01/15	RIESGOS FÍSICOS: RUIDO

Fecha: 10/01/2015 Hora de Inicio: 08H00 Hora de Finalización: 13H00
 TIPO: Capacitación Reunión Evento

Tema: Cabina de Aislamiento Acústico – Uso adecuado

Facilitador: Ing. CÉSAR CORAL

No.	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	Cañizares Alfredo	Calderista	
2	Vilema Edison	Calderista	
3	Vinuesa Luis	Tec. Área mecánica	
4	Orozco Oswaldo	Analista transportes	
5	César Coral	Facilitador	
6	Maji Washington	Tec. Área mecánica	
7	Garrido Washington	Analista mecánico	
8			
9			

RESPONSABLE: ING. CÉSAR CORAL	FECHA: 10/10/15	PAGINA 1 DE 1
-------------------------------	-----------------	---------------

Facilitador: Ing. César Coral


Ing. Hugo Benavides D.
 TÉCNICO SSO H.P.G.D.R.

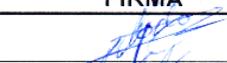
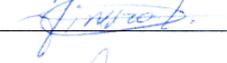
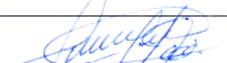
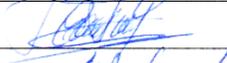
 Ministerio de Salud Pública	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES		
	NUMERAL 4.2.3 – 4.2.4	R 23 10/01/15	RIESGOS FÍSICOS: RUIDO

Fecha: 10/01/2015 Hora de Inicio: 08H00 Hora de Finalización: 13H00

TIPO: Capacitación Reunión Evento

Tema: Factores de riesgo físico

Facilitador: Ing. CÉSAR CORAL

No.	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	Cañizares Alfredo	Calderista	
2	Vilema Edison	Calderista	
3	Vinuesa Luis	Tec. Área mecánica	
4	Orozco Oswaldo	Analista transportes	
5	César Coral	Facilitador	
6	Maji Washington	Tec. Área mecánica	
7	Garrido Washington	Analista mecánico	
8			
9			

RESPONSABLE: ING. CÉSAR CORAL	FECHA: 10/10/15	PAGINA 1 DE 1
-------------------------------	-----------------	---------------

Facilitador: Ing. César Coral


Ing. Hugo Benavides D.
 TÉCNICO SSO H.P.G.D.R

Anexo 14. Tríptico Riesgos del ruido

PREVENCIÓN FRENTE AL RUIDO

SI NO OYES BIEN O NO ENTIENDES LO QUE TE DICEN

SI TIENES MOLESTIAS O ZUMBIDOS EN LOS OÍDOS

SI TARDAS EN OÍR BIEN AL SALIR DE UN AMBIENTE RUIDOSO

SI LEVANTAS LA VOZ AL HABLAR CON LOS DEMÁS

ES POSIBLE QUE EL RUIDO ESTE LESIONANDO TUS OÍDOS

SE PUEDE INTERVENIR EN:



SALUD OCUPACIONAL

Ciencia multidisciplinaria, que tiene como finalidad **promover y mantener** el más alto grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en sus puestos de trabajo; **prevenir** todo daño: enfermedad o accidente causado a la salud por las condiciones de su trabajo; **protegerlos** en su empleo contra riesgos resultantes de la presencia de agentes nocivos a su salud.



PELIGRO

Es toda situación o condición que por su potencialidad puede causar daño a personas (trabajador, visitantes), equipos e instalaciones, o al ambiente.



RIESGO

Es la probabilidad, oportunidad o posibilidad, que el peligro pueda ocasionar daño.

FACTORES DE RIESGO RUIDO

- **Ruido.** - Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas.
- **Fuente emisora de ruido.** - Toda causa capaz de emitir ruido al ambiente, ruido contaminante
- **Presión acústica.** - Es el incremento de la presión atmosférica debido a una perturbación acústica cualquiera.
- **Dispersión acústica.** - Fenómeno físico consistente en que la intensidad de la energía disminuye a medida que se aleja de la fuente.

CON CABINAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y



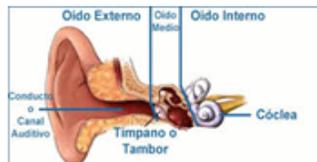
CON ELEMENTOS DE PROTECCION INDIVIDUAL



AYÚDANOS A PREVENIR DAÑOS AL SISTEMA AUDITIVO



EL OIDO



El oído es el aparato de la audición y el equilibrio. Sus órganos se encargan de la percepción de los sonidos y del mantenimiento del equilibrio, cada oído consta de tres partes: oído externo, oído medio y oído interno.

- Oído externo → Capta el sonido
- Oído medio → Transmite el sonido
- Oído interno → Transfiere la información al cerebro

El nivel de ruido en los sitios de trabajo está controlado por organismos relativos a la salud, en Ecuador por el Decreto Ejecutivo 2393 del IESS, se fija en 85 dB(A), durante 8 horas de trabajo, Sin embargo, cuando no se toman las medidas de seguridad el ruido puede llegar a causar daño permanente en el oído



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
INSTITUTO DE POSGRADO

CABINA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO



PREVENIR ES MEJOR QUE CURAR

DAÑO AUDITIVO POR FUENTES SONORAS INTENSAS

Cuando el oído se expone a sonidos intensos se puede producir un daño auditivo irreversible.

El tiempo de exposición influye, no es lo mismo escuchar música durante una hora que durante 8 horas



ENFERMEDADES POR RUIDO



- Sordera
- Hipoacusia
- Tinnitus
- Vértigo
- Trastornos del sueño
- Stress laboral