



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

**CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN
AÉREA Y TERRESTRE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD
MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

**TEMA : ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE RUIDO LABORAL
EN LOS TRABAJADORES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
"EL ESTADO" PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA
COTOPAXI ELEPCO S.A APLICANDO SONOMETRÍAS
MEDIANTE ISO 9612:2009 PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS
CONDICIONES DE TRABAJO.**

AUTOR: PACHECO CAJAS ALBA SELENA

DIRECTOR: ING. LUCIANO, SEGOVIA

LATACUNGA

2016



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE RUIDO LABORAL EN LOS TRABAJADORES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “EL ESTADO” PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI ELEPCO S.A APLICANDO SONOMETRÍAS MEDIANTE ISO 9612:2009 PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO**” realizado por la señorita **ALBA SELENA PACHECO CAJAS**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señorita **ALBA SELENA PACHECO CAJAS** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 13 de Julio del 2016

LUCIANO SEGOVIA CARDENAS
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

**CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y
TERRESTRE**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ALBA SELENA PACHECO CAJAS**, con cédula de identidad N°050407140-8, declaro que este trabajo de titulación **“ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE RUIDO LABORAL EN LOS TRABAJADORES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “EL ESTADO” PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI ELEPCO S.A APLICANDO SONOMETRÍAS MEDIANTE ISO 9612:2009 PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 13 de Julio del 2016

ALBA SELENA PACHECO CAJAS
NOMBRES Y APELLIDOS DEL AUTOR
C.C 050407140-8



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y
TERRESTRE

AUTORIZACIÓN

Yo, **ALBA SELENA PACHECO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE RUIDO LABORAL EN LOS TRABAJADORES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “EL ESTADO” PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI ELEPCO S.A APLICANDO SONOMETRÍAS MEDIANTE ISO 9612:2009 PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 13 de Julio del 2016

ALBA SELENA PACHECO CAJAS
NOMBRES Y APELLIDOS DEL AUTOR
C.C:050407140-8

DEDICATORIA

A Dios por brindarme fortaleza interna, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, a mis familiares por sus palabras de aliento siempre, y en especial para culminar esta investigación, a mi padre el sr. JUAN PACHECO quien ha sido el pilar fundamental para lograr alcanzar la meta, a mis docentes que sin escatimar esfuerzos contribuyeron en este largo caminar educativo , a todo el personal de la UGT a quienes considero mis amigos, y a mi familia que siempre que están allí en las buenas y malas.

SELENA PACHECO

AGRADECIMIENTO

“El éxito es tener lo que quieres y la felicidad es querer lo que tienes”, es por ello que agradezco a Dios por darme vida, salud, sabiduría y la seguridad para salir adelante, de forma especial a mi señora madre quien con su sacrificio y enseñanza me han demostrado que la vida es esfuerzo, alegría, a mi señor padre que es mi pilar fundamental por creer siempre en mí y en mis anhelos para así llegar a cumplir mis sueños y metas, a mis hermanos quienes siempre me han dado ánimos para seguir en pie de lucha y no desmayar hasta conseguir mi meta y demostrar que los objetivos propuestos se cumplen.

A mis docentes que de una u otra manera han formado parte de esta maravillosa etapa de formación profesional, compañeros y amigos quienes compartieron gratas experiencias en nuestro día a día.

A mis familiares por su apoyo incondicional, cariño y confianza brindada.

SELENA PACHECO

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5 ALCANCE.....	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 RIESGOS FÍSICOS.....	7
2.2 RUIDO	7
2.2.1. Sonido.....	8
2.2.2. Presión sonora.....	9

2.2.3. Frecuencia.....	10
2.2.4. Espectro.....	11
2.2.5 Efectos del ruido.....	11
2.3 TIPOS DE RUIDO	12
2.3.1. Ruido estable	12
2.3.2. Ruido periódico	12
2.3.3. Ruido aleatorio.....	12
2.3.4. Ruido de Impacto.....	12
2.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	12
2.4.1. Ruido estable	12
2.4.2. Ruido periódico	13
2.4.3. Ruido aleatorio.....	13
2.4.4. Método directo	13
2.4.5. Método de muestreo	13
2.4.6. Ruido de impacto	14
2.5 ESTRATEGIA DE MEDICIÓN.....	16
2.6 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	16
2.6.1. Sonómetros.....	16
2.6.2. Sonómetros integradores-promediadores.....	17
2.6.3. Dosímetros.....	18
2.11. COMPOSICIÓN DEL SONÓMETRO.....	18
2.12. LÍMITES PERMISIBLES.....	18
2.13. NORMATIVA DE APLICACIÓN LEGAL.....	20
2.14. ESCALAS DE PONDERACIÓN AUDIBLES.....	20
2.15. DURACIÓN DE SONIDO	21
2.16. CONTROL DE RUIDO	21
2.16.1. Control en el origen o en la fuente.....	21
2.16.2. Control sobre las vías o medios de propagación.....	22
2.16.3. Recubrimientos absorbentes del ruido.....	22

2.16.4. Recubrimiento Absorbente.....	22
2.16.5. Utilizando barreras el limite de transmisión del ruido.....	23
2.16.6. Absorción Acústica.....	23
CAPÍTULO III.....	25
DESARROLLO DEL TEMA.....	25
3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.....	25
3.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS:.....	25
3.3 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	26
3.4 PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO.....	27
3.5 ESTIMACIÓN DE RIESGO.....	28
3.6 DESCRIPCIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE RIESGOS.....	29
3.7 OBTENCIÓN DE DATOS SOBRE NIVEL SALUD AUDITIVA.....	30
3.8 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO.....	31
3.8.1. Metodología de Medición.....	31
3.8.2. Descripción de los equipos para el monitoreo de ruido.....	31
3.8.3. Plan de Medición.....	31
3.8.4. Procedimientos de Medición.....	32
3.8.5. Evaluación técnica de los niveles actuales de exposición.....	33
3.8.6. Medición del nivel de exposición diario equivalente:.....	33
3.9 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS EXPUESTAS AL RUIDO.....	34
3.10 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL.....	34
3.10.1. Evaluación del equipo de protección auditivo utilizado en la empresa.....	42
3.11 PROGRAMA DE SALUD AUDITIVA EN LA HIDROELÉCTRICA..	43
3.11.1. Introducción.....	43
3.11.2. Objetivo General.....	43
3.11.3. Objetivos Específicos.....	43
3.11.4. Meta.....	44

	x
3.11.5. Responsabilidad.....	44
3.11.6. Cumplimiento.....	44
3.11.7. Descripción del proceso de trabajo	44
3.11.8. Plan de trabajo	45
3.11.9. Efectos Que Ocasiona El Ruido	46
3.12 CONTROL DE RUIDO.....	47
3.12.1. Controles en la Fuente	47
3.12.2. Controles en el Medio.....	47
3.12.3. Controles en el Trabajador	48
3.13 SUGERENCIAS.....	49
3.14 PLAN DE CAPACITACIÓN	50
CAPÍTULO IV.....	57
4.1 CONCLUSIONES.....	57
4.2 RECOMENDACIONES.....	58
GLOSARIO DE TÉRMINOS	59
BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Nivel de presión sonora	10
Figura 2 Frecuencia de un sonido.....	10
Figura 3 Sonómetro	17
Figura 4 Orejeras	24
Figura 5 Tapones de seguridad	24
Figura 6 Identificación del peligro.....	25
Figura 7 Definición de Probabilidad y Consecuencia.....	27
Figura 8 Estimación de Riesgo	28
Figura 9 Descripción de la estimación de riesgos.....	29
Figura 10 Nivel de presión sonora	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos del ruido sobre la salud.....	11
Tabla 2 Nivel Sonoro Tiempo de Exposición	15
Tabla 3 Nivel Sonoro Tiempo de exposición	19
Tabla 4 Detalle de la matriz de Riesgo.....	26
Tabla 5 Mediciones Puesto de Trabajo	33
Tabla 6 Resultados de Medición de Ruido Laboral	35
Tabla 7 Atenuación con Orejeras sala de Máquinas 1	39
Tabla 8 Atenuación con orejeras en sala de aire de pulmón.....	39
Tabla 9 Atenuación con tapones en sala de aire de pulmón	40
Tabla 10 Atenuación con orejeras en Tablero	40
Tabla 11 Atenuación con orejeras en Sala de máquinas 2.....	41

RESUMEN

La presente investigación obtuvo información sobre la seguridad auditiva de la mayoría de los trabajadores de la Central Hidroeléctrica, el Estado, en sonometrías previas se determinó que el 50% de los trabajadores sufren daños debido a la exposición al ruido. La presente investigación basa sus resultados en la obtención de información de campo, Análisis y medición de ruido, mediante la utilización del sonómetro, como también la aplicación de encuestas a los trabajadores los mismos que permitieron conocer la influencia de factores internos, externos y la dependencia o no de ciertas variables que podrían influir en la pérdida auditiva. En base a este análisis se estableció un Programa de Cuidado y Salud Auditiva, el cual contiene medidas orientadas a la prevención, mitigación y control de los riesgos que pudieran provocar daños a la salud auditiva de los trabajadores.

PALABRAS CLAVES:

- **RIESGO FÍSICO**
- **SONIDO**
- **RUIDO**
- **PÉRDIDA AUDITIVA**
- **EXPOSICIÓN AL RUIDO**

ABSTRACT

The present investigation got information about hearing safety applied in the most workers from hydroelectric plant “el Estado”. Previous sonometries determined that 50% of workers suffer hearing damage due to noise exposure. This research bases its results on obtaining field information, analysis and measurement noise with the use of a sound level meter, as well as the implementation of surveys to the workers who allowed knowing the influence of internal and external factors, and the dependence or not of certain variables which will influence in the hearing loss. Based on this analysis, it was established a Health Care and Hearing Program which contains measures focused on prevention, mitigation and control of risks that could cause damage to hearing health of workers.

KEY WORD:

- **PHYSICAL RISK**
- **SOUND**
- **NOISE**
- **WORKERS**
- **HEARING LOSS**
- **EXPOSURE TO NOISE**

Lic. Diego I. Granja P.

Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 ANTECEDENTES

Realizando un análisis de los factores de riesgos en una empresa es muy importante realizar una medición de ruido para conocer el grado de exposición al que se encuentra los trabajadores en cada puesto de trabajo, realizado el análisis mediante mediciones de ruido, iluminación, vibraciones entre otros, las mismas que ayudan a obtener un resultado real de cada área operativa, este análisis de exposición de ruido dentro de una empresa nos ayuda a determinar los nivel de presión sonora existentes en cada puesto de trabajo. Estos riesgos producen afecciones con los trabajadores de las áreas que sobrepasan los niveles permisibles, provocando enfermedades profesionales como lo es la hipoacusia profesional y discomfort.

Experiencias como la de Ricardo Xavier De La Torre Rojas realizado en Mayo del 2011 en la ciudad de Quito, con trabajo elaborado cuyo tema es :“ ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS DE LA PÉRDIDA AUDITIVA EN LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA CARTONERA Y DESARROLLO DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS A LA EXPOSICIÓN DE RUIDO LABORAL”. (Torre, 2011)

Determina que los trabajadores de la empresa cartonera evaluada, luego de realizar estudios audiométricos presentan daños auditivos los cuales se presume podrían tener diferentes motivos laborales o extra laborales adicionales a la exposición de ruido que ya es conocida.

La investigación sugiere que la pérdida auditiva de los trabajadores se encuentra asociada a su tiempo laboral, sin embargo realizada la evaluación con el rango de pérdida auditiva se determina que en un determinado tiempo los trabajadores cuenta con pérdida mucho mayor a la normal para el tiempo de labor que se encuentran desempeñando en la empresa.

Es indispensable que los trabajadores nuevos sean sujetos de una Audiometría base, con su respectivo audiograma a fin de contar con el estado inicial de la salud auditiva del trabajador; ésta evaluación deberá ser realizada antes que el trabajador empiece a trabajar en el sitio ruidoso.

Otro trabajo de investigación es el de Gonzalo Daniel Castro Romero realizado en el mes de julio del 2015 en la Ciudad de Quito “EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN EL ÁREA DE PRENSAS PLANAS EN UNA EMPRESA GRÁFICA Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL”. (Castro, 2015)

El presente trabajo consiste en la identificación, evaluación y medidas de control a la exposición de ruido laboral en la Empresa Grafica; exclusivamente en el área de prensado plano, donde se analizó la identificación de los puestos de trabajo que fueron operador y ayudante, las mediciones se realizaron con el sonómetro y en la jornada normal de trabajo, se comparó los resultados con la normativa vigente y se propuso las diferentes medias de control para que su jornada laboral inicie con este proyecto, se plantea brindar diversas medidas de control para que existan bajo criterios técnicos la facilidad de elegir los mecanismos de acción a tomar para evitar adquirir enfermedades ocupacionales y así ayudar al mejoramiento laboral de los trabajadores.

Por lo que es necesario e imprescindible elaborar un estudio de medición de ruido, para evitar una enfermedad profesional a los trabajadores con el transcurso del tiempo. El campo ocupacional en lo que respecta a seguridad es muy amplio y se requiere estar capacitado para prevenir accidentes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Central Hidroeléctrica "El Estado", se inició con la producción de servicios eléctricos Municipales en el año de 1990, entidad que desde aquella fecha fue la encargada de administrar la energía eléctrica producida por una pequeña planta hidráulica de 30 KW. La cual está localizada en la Parroquia el Tingo la Esperanza, perteneciente al Cantón Pujilí.

Desde su creación, por lo mismo es un "viejo problema" que apareció en la central debido a las maquinas con las cuales se labora ya que no se han realizado estudios sobre la exposición de ruido y se han provisto de EPP's sin medición y una correcta capacitación.

Dentro de las consecuencias y daños a los trabajadores debido al ruido existente podemos mencionar:

- Hipoacusia Laboral
- Daños a los tejidos auditivos
- Ambiente de trabajo inadecuado
- Discomfort

De no solucionarse este problema de exposición al ruido en la empresa llevará al incremento notorio de enfermedades ocupacionales por daños auditivos, los mismos que representan pérdida humana, económica para la empresa Eléctrica ELEPCO S.A.

Es por esta razón que se realizará un análisis de la exposición de ruido, la misma que permita identificar aspectos relacionados con el ámbito de Seguridad industrial de acuerdo a parámetros de decibeles que es necesario revisar, puesto de no solucionar este problema se puede presentar incidente y enfermedades profesionales.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En vista de la existencia de ruido en la empresa y debido a la falta de un estudio técnico para determinar los niveles de ruido y los tipos de equipos de protección personal que requiere como también los controles, se ve necesario realizar este estudio.

Por la manifiesta exposición al ruido, este enfoque es beneficioso para la protección auditiva de los trabajadores, mediante el análisis de ruido en la empresa, el mismo que logrará la prevención de enfermedades profesionales como la hipoacusia o sordera profesional, obteniendo así las medidas correctivas mediante los chequeos médicos frecuentes para reducir el riesgo de exposición.

Los beneficiarios de este proyecto de manera directa son los operadores de la central como también su empleador ya que evitará sanciones y multas basada en la legislación actual del Ministerio de trabajo y el Seguro General de Riesgos del Trabajo - IESS, manteniendo de esta manera a sus trabajadores en buenas condiciones de salud y ambiente laboral, reduciendo así posibles afecciones como la hipoacusia o sordera profesional.

En base al análisis técnico que se realice en este proyecto se determinará los controles que se podrían implementar en la fuente, medio y en el trabajador para que la empresa aplique las medidas correctivas necesarias. El estudio de este tema es factible realizarlo ya que se cuenta con el instrumento adecuado para realizar este tipo de medición, es por ello que contando con los recursos necesarios e indispensables para la elaboración del análisis de exposición de ruido la cual no incurrirá costos mayores dentro de la empresa Eléctrica Elepco S.A.

Una vez que la empresa empiece la implementación de las medidas sugeridas en este estudio permitirán reducir la hipoacusia o sordera profesional en los trabajadores a corto y mediano plazo, de esta manera se

ayudará a mitigar la existencia de enfermedades profesionales producidas por el ruido.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo general

- Analizar la exposición al ruido laboral en los trabajadores de la Central Hidroeléctrica “El Estado”, aplicando sonometrías mediante norma ISO 9612:2009, para el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer información en cada uno de los puestos de trabajo mediante la observación e identificación de los riesgos laborales.
- Analizar los niveles de ruido medido, en base a la norma ISO 9612:2009 para determinar las medidas correctivas aplicables.
- Proponer alternativas para la mitigación del ruido, mediante la elaboración de un programa de salud auditiva para la Central Hidroeléctrica “El Estado”.

1.5 ALCANCE.

El alcance de la investigación está orientado a indagar sobre las posibles causas que pueden haber afectado o estar afectando la salud auditiva de los trabajadores de la Central Hidroeléctrica “El Estado” aplicando encuestas a los trabajadores, obteniendo información sobre los niveles de presión sonora y dosis de exposición, para así evaluarlos y correlacionarlos a fin de establecer posibles causas de la pérdida auditiva que tengan que ver o no con la actividad laboral y con esto elaborar un Programa de salud auditiva

que será entregado a la empresa, con el fin de tender a la prevención de enfermedades profesionales como la hipoacusia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detallarán los contenidos teóricos que fundamentan la investigación con el fin de tener una comprensión del mismo.

2.1 RIESGOS FÍSICOS

Se trata de una exposición a una velocidad y potencia mayores de la que el organismo puede soportar en el intercambio de energía entre el individuo y el ambiente que implica toda situación de trabajo.

Tal como se señala en el curso virtual de Higiene industrial de Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional –FISO-, los riesgos físicos que existen en situación de trabajo son:

- Exposición a calor
- Exposición a frío
- Radiaciones Ionizantes – Infrarrojas – Ultravioletas
- Presiones anormales
- Exposición a ruido
- Vibraciones

Dentro de la exposición laboral a agentes físicos, vamos a tener en cuenta los riesgos debidos a las condiciones ambientales de los laboratorios iluminación, ruido, radiaciones ionizantes y no ionizantes, etc.

2.2 RUIDO

Es una mezcla de ondas sonoras situadas en el campo de frecuencias audibles y de intensidades variables. Es un tono indeseable que produce molestia o que puede afectar la salud, nivel de sonido superior a un límite máximo permisible. (Henao. R, 2007)

Existen diferentes causas consideradas para la pérdida de audición en la cuales se plantea la exposición continua a 85 decibeles como el origen de enfermedades profesionales como la hipoacusia en un puesto de trabajo. (Falagán. M, 2008)

Mientras que la necesidad de contar con órgano auditivo en perfectas condiciones es cada día mayor, puesto que las máquinas son cada días más veloces y es por ello que las industrias exigen tiempos menores de reacción, la realidad es que el oído pierde capacidad por efecto de la edad (presbiacusia), deterioro que aumenta aceleradamente cuando, además, el sujeto está sometido a ruidos excesivos. (Falagán. M, 2008)

El ruido es un serio peligro para la audición identificado en las diferentes industrias en todo el mundo. Por ejemplo, la exposición al ruido es la causa de alrededor de un tercio de los 28 millones de casos de sordera en Estados Unidos, y el Nacional Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) informa que el 14 % de los trabajadores americanos están expuestos a niveles de sonido potencialmente peligrosos, es decir, por encima de 90 dB. La exposición al ruido es la exposición profesional dañina más común y constituye la segunda causa, después de los efectos del envejecimiento, de pérdida de audición. Finalmente, no debe olvidarse la contribución de la exposición no profesional, como sucede en algunos talleres domésticos, o con la música demasiado alta, sobre todo con el uso de auriculares, armas de fuego, etc. (Falagán. M, 2008)

2.2.1. Sonido.

El sonido es un fenómeno físico que se propaga o viaja comúnmente a través del aire o de un medio físico (sólido, líquido o gaseoso) por variaciones de presión que desprende energía y el receptor recibe esta energía vibratoria al oído transmitido por el cuerpo productor de sonido siempre que éste vibre para que se produzca movimientos en las moléculas de aire y perturbaciones a manera de ondas. (Henao. R, 2007)

Es la transmisión de una información a través de un medio elástico, originada en una fuente sonora y que será capaz de ser percibida a distancia mediante un detector específico oído, micrófono. (Arturo Canga, 2012)

Se dice que es una variación sobre la presión atmosférica, debido a una vibración mecánica de un cuerpo al experimentar pequeños desplazamientos, partículas de aire cercanas al punto de generación de la vibración donde el oído humano se manifiesta en una sensación percibida por el órgano auditivo. Es una vibración acústica capaz de originar una sensación auditiva (Falagán. M, 2008)

2.2.2. Presión sonora

Para prever el riesgo de hipoacusia por ruidos no impulsivos, puede reemplazarse la evolución real de los ruidos por otro ficticio con un nivel constante con la condición de mantener la misma energía sonora durante el lapso de estudio o permanencia. Esto hace dentro del marco del llamado principio de igual energía que postula que el riesgo de hipoacusia está dado por la dosis de ruido recibida y la acumulación de energía sonora a lo largo del tiempo de agresión. Así se ha definido el índice llamado Nivel Sonoro Equivalente (Leq) que es el resultado de reemplazar a la evolución temporal del nivel sonoro expresado en dBA, por un valor promedio que conserva su misma dosis. (Ochoa y Bolaños, 1990)

Fórmula:

$$SNP = 10 \text{ Log}_{10} \left(10 \frac{x_1}{10} + 10 \frac{x_2}{10} + 10 \frac{x_3}{10} + \dots \right)$$

En la Figura 1 muestra el nivel de presión sonora continuo, el cual tendría la misma energía sonora total que el ruido real fluctuante evaluado en el mismo periodo de tiempo. La medición de Leq se basa en el principio de igual energía y se calcula mediante la siguiente expresión.

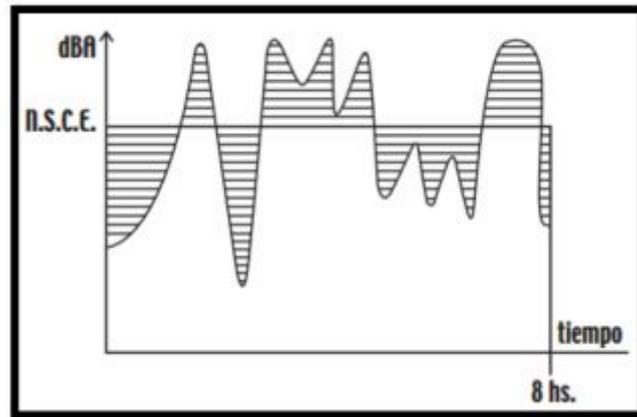


Figura 1 Nivel de presión sonora

Fuente: (Superintendencia de riesgos laborales , 2008)

2.2.3. Frecuencia.

Es el número de variaciones que se repite la variación de presión de onda sonora en un segundo se mide en hercios (Hz) o ciclos por segundo. La frecuencia de un sonido es lo que determina su tono característico, el estruendo de un trueno lejano tiene una frecuencia baja, mientras que un silbido tiene frecuencia alta.

Las frecuencias más elevadas con más vibraciones por segundo son propias de ruidos agudos, y las frecuencias más bajas menos vibraciones por segundo de ruido agudos, siendo las agudas a la misma intensidad más molestas que las graves. El tono o altura del sonido es una cualidad mediante la cual se distingue los sonidos graves de los agudos. (Henao. R, 2007)

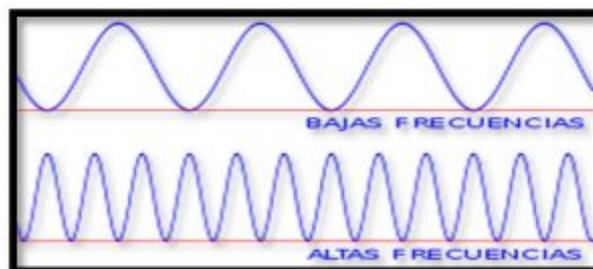


Figura 2 Frecuencia de un sonido

Fuente: (laborales, 2008)

2.2.4. Espectro

Cada fuente sonora está caracterizada por su espectro de potencia sonora que le es propio. Los sonidos más comunes tienen espectros continuos es decir, que existe un valor de nivel sonoro para cada frecuencia.

2.2.5 Efectos del ruido

El ruido es un agente que puede dar lugar a efectos tanto sobre el receptor del sonido (efectos auditivos) como de tipo fisiológico y comportamental (efectos extrauditivos). En la tabla 1 se muestra, de forma esquemática, aquellos efectos para los que se dispone de evidencia y, si están disponibles, los niveles de ruido mínimo para los que han sido observados (Falagán. M, 2008)

Tabla 1

Efectos del ruido sobre la salud

EFECTO			Nivel de presión sonora dB(A)
EVIDENCIA	Malestar	Ambiente de oficina	55
		Ambiente industrial	85
	Hipertensión		55-116
	Disminución de la capacidad auditiva	Adulto	75
		Feto	85
Evidencia limitada	Disminución del rendimiento		-
	Efectos Bioquímicos		-
	Efectos sobre el sistema inmunitario		-
	Influencia en la calidad de sueño		-

Fuente: (INSHT, 2007)

El ruido de cierta intensidad produce múltiples efectos en las personas expuestas al mismo, tales como: disminución de la eficacia en el trabajo, cambios psicológicos, malestar, alteraciones del ritmo cardíaco y la presión sanguínea, alteraciones digestivas, etc.

2.3 TIPOS DE RUIDO

2.3.1. Ruido estable

Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea inferior a 5 dB. (Henao. R, 2007)

2.3.2. Ruido periódico

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA (Limite de presión acústica), es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica. (Henao. R, 2007)

2.3.3. Ruido aleatorio

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB, variando LpA aleatoriamente a lo largo del tiempo. (Henao. R, 2007)

2.3.4. Ruido de Impacto

Aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo. (Henao. R, 2007)

2.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

2.4.1. 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, 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. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq, T}$ la media aritmética de ellas. (Henao. R, 2007)

2.4.2. 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 o un dosímetro. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (L_{Aeq}) 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 L_{Aeq} , se calcula entonces a partir del valor medio de los L_{Aeq} obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. (Henao. R, 2007)

2.4.3. 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. (Henao. R, 2007)

2.4.4. Método directo

El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado. (Henao. R, 2007)

2.4.5. 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. (Henao. R, 2007)

2.4.6. Ruido de impacto

La evaluación del ruido de impacto se efectuará, tal como exige el Real Decreto 1316/89, mediante la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcanza 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 frecuencial A y características «IMPULSE» podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB cuando el LpA no ha sobrepasado los 130 dBA. (Henao. R, 2007)

Un tema a tenerlo en cuenta siempre en empresas que trabajan con ruidos que superan los límites permisibles de exposición es contar con un programa de conservación de la audición eficaz el cual evita problemas a nivel auditivo como consecuencia de la exposición al ruido en el trabajo.

Un efectivo programa de conservación de la audición es uno que limita la cantidad de pérdida de audición en la frecuencia de rango sobre la audición normal necesario para la comunicación. Cabe señalar que las indemnizaciones por pérdida auditiva en la actualidad no incluyen las frecuencias de más de 4.000 Hz, aunque dicha pérdida afecta al disfrute del sonido y puede interferir con el habla. Todos los empleados cuya exposición al ruido sea igual o superior a un período de 8 horas de 85 dBA deben ser incluidos en un programa de conservación de la audición que consta de cinco componentes básicos: control de la exposición, las pruebas audiométricas, protección auditiva, la formación de los empleados y el mantenimiento de registros. (INSHT, 2007)

Ruido de impacto. Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla: (INSHT, 2007)

En el ruido de impacto el principal afectado por este fenómeno es la persona que se encuentra en constante exposición en su lugar de trabajo, siendo este factor un factor causante de enfermedades profesionales como la hipoacusia o también conocida como sordera profesional.

Tabla 2

Nivel Sonoro Tiempo de Exposición

Nivel Sonoro / DB (A-Lento)	Tiempo de Exposición por Jornada Laboral
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
125	0,125

Fuente: (IEES, 1986)

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométricos.

2.5 ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

Las tres estrategias de medición desarrolladas para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo son: (Falagán. M, 2008)

- Basada en la Tarea: El trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente.
- Basada en el puesto de Trabajo (función): La medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisible.
- Jornada Completa: La medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral.

La selección de la estrategia de medición más apropiada va a depender de muchos factores tales como el objeto de medición, la complejidad de las condiciones de trabajo, el número de trabajadores expuestos, la duración de la exposición a lo largo de la jornada de trabajo, e incluso del tiempo disponible por el técnico de prevención para la medición en sí misma y para el posterior análisis de los resultados. (IEES, 1986)

Asimismo, la selección se basará en el conocimiento previo de la exposición al ruido de que se disponga. Cada una de las estrategias presenta diferentes peculiaridades que la hacen más o menos apropiada para cada situación.

2.6 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

2.6.1. Sonómetros

Podrán emplearse únicamente para la medición de LpA cuando el ruido sea estable. La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (LAeq). Deben ajustarse a las

prescripciones establecidas por la norma CEI-651 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2". (Falagán. M, 2008)

La medición se efectuará con la característica "Slow" ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario, y, si es posible, apartando a dicho operario para evitar apantallamientos con su cuerpo. (Falagán. M, 2008)

El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora en concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en dentro de un lugar expuesto al ruido laboral en momentos dados.



Figura 3 Sonómetro

2.6.2. Sonómetros integradores-promediadores

Podrán emplearse para la medición del LAeq de cualquier tipo de ruido, siempre que se ajusten a las prescripciones establecidas por la norma CEI-804 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

Las mediciones se efectuarán con las precauciones mencionadas en el apartado anterior. (Falagán. M, 2008)

2.6.3. Dosímetros

Podrán ser utilizados para la medición del LAeq, de cualquier tipo de ruido, siempre que cumpla como mínimo las prescripciones establecidas en la norma CEI-651 y CEI-804 para los instrumentos del "tipo 2". En general, se considerará un error de ± 1 dB cuando se utilicen instrumentos del "tipo 2" y ningún error instrumental cuando el aparato sea del "tipo 1". (Falagán. M, 2008)

2.11. COMPOSICIÓN DEL SONÓMETRO.

Está compuesto por: (Falagán. M, 2008)

- **Micrófono:** Encargado de transformar las variaciones de presión acústica en tensiones eléctricas alternas equivalentes. Dependiendo el tipo de ruido se necesitará un diferente micrófono de respuesta lenta, rápido, para impacto, con capacidad de respuesta desde 0,5 segundos hasta desenas de micro segundos.
- **Amplificador:** Su ancho de banda debe cubrir todo el campo audible y su nivel de ruido de fondo y distorsión debe ser bajo, tiene q poseer una capacidad de sobrecarga que rebase al menos los 10 dB a la máxima lectura del sonómetro.
- **Rectificador de señal:** Los niveles sonoros medidos son cubiertos por la deflexión del indicador de medidas en parte, el resto de margen cubre por medio de un atenuador.

2.12. LÍMITES PERMISIBLES

En el Ecuador el marco legal que regula la exposición a niveles de presión sonora en el trabajo es el Reglamento de Seguridad y salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del trabajo, Decreto No 2393 en el cual se describen las siguientes consideraciones:

Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla: (IESS, 1986)

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados a continuación, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1. (IEES, 1986)

Tabla 3

Nivel Sonoro Tiempo de exposición

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

Fuente: (IEES, 1986)

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A). Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \frac{C_n}{T_n} + \dots$$

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico.

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

2.13. NORMATIVA DE APLICACIÓN LEGAL.

Norma UNE-EN ISO 9612:2009 Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería. (ISO 9612:2009)

Es un acercamiento para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido. El método consta de un análisis del trabajo, selección de la estrategia, medición, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Tres estrategias: Medición basada en la tarea, basada en la función y en la jornada de trabajo completa. (ISO 9612, 2009)

2.14. ESCALAS DE PONDERACIÓN AUDIBLES

Las cuatro escalas de ponderación audibles normalmente utilizadas son:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • La red "A" que se pretendía que se usara para niveles de presión menores de 55 Db |
| <ul style="list-style-type: none"> • La red "B" que se manejaría en la atenuación de niveles de presión intermedios entre 55 y 85 dB. |
| <ul style="list-style-type: none"> • La red "C" para la atenuación niveles muy altos de presión sonora, mayores de 85 dB. |
| <ul style="list-style-type: none"> • La red "D" pensada para niveles de presión muy altos de presión sonora, superiores a 120 dB. |

Fuente: (Fernández.L, 2008)

2.15. DURACIÓN DE SONIDO

El sonido desaparece rápidamente en el tiempo cuando acaba la causa que lo origina, pero no así sus defectos. Ejemplo: el ruido de una explosión de 140 dBA dura 3 segundos, pero produce efectos graves hacia las personas que han sido alcanzadas por las ondas sonoras. (Falagán. M, 2008)

2.16. CONTROL DE RUIDO

Los métodos en el control del ruido se comprende que no solo la eliminación del ruido se refiere a la solución única, sino también en modificar o reducir las características perjudiciales. Para controlar el ruido, se utilizan materiales absorbentes o materiales de pérdida de transmisión para los sonidos que se generan en el aire. (Henao. R, 2007)

A continuación se detallan los diferentes métodos de control:

2.16.1. Control en el origen o en la fuente

Este método es el más satisfactorio, los mismos que pueden ser utilizados individualmente o mediante una combinación apropiada como modificaciones o cambios en los procesos, como se detalla a continuación: (Henao. R, 2007)

- Sustitución o modificación de la maquina o proceso de forma parcial o total.
- Reducir la velocidad de operación que sean aplicables.
- Incrementar la duración de un ciclo de trabajo, disminuyendo la potencia en las máquinas.
- Impedir fuertes fluctuaciones en el flujo de fluidos.
- Lubricar con frecuencia todos los componentes o elementos que son sometidos a constantes fricciones, partes o repuestos desgastados

deben ser cambiados inmediatamente, asegurar o fijar elementos o partes sueltas y efectuar un balanceo dinámico de los elementos móviles.

- Utilizar un encerramiento del receptor en cabinas construidas con superficies acústicas apropiadas cuando exista una dificultad técnica para aislar la fuente emisora de ruido.
- Encerrar la fuente sonora, mientras más pequeño sean las paredes, será más fácil su instalación y costo.

2.16.2. Control sobre las vías o medios de propagación

Cuando no se puede impedir la creación control del ruido en el medio de propagación, para lo cual se deben modificar las condiciones de transmisión y reduciendo el ruido directo, los mismos que pueden ser: (Falagán. M, 2008)

- Distribución adecuada de las maquinas generadora de ruido en sitios estratégicos y adecuados.

2.16.3. Recubrimientos absorbentes del ruido.

En general dichos recubrimientos son de materiales porosos y pueden disponerse no sólo recubriendo los paramentos existentes, sino también suplementando los mismos (por ejemplo, suspendiendo del techo planchas absorbentes). La eficacia reductora de los recubrimientos absorbentes se manifiesta únicamente a partir de una cierta distancia de la fuente de ruido con relación a su altura, es superior al 20% de la raíz cuadrada de la superficie en planta del local. (INSHT, 2006)

2.16.4. Recubrimiento Absorbente.

Una alternativa puede ser la de construir una cabina insonorizados en el interior del cual permanecen la mayor parte del tiempo las personas que trabajan, las cuales utilizarán normalmente equipos de protección individual

cuando tengan que salir del recinto insonorizado. Esta solución suele ser viable en el caso de industrias muy automatizadas en las cuales la función básica de los trabajadores es de control y ésta puede realizarse en gran medida desde el interior de un recinto. (INSHT, 2006)

2.16.5. Utilizando barreras el limiten de transmisión del ruido.

Si bien las barreras se emplean con buenos resultados en espacios abiertos (ruido de tráfico, aeropuertos, etc.), generalmente su eficacia es relativamente pequeña en locales cerrados, por lo que no suelen emplearse mucho para limitar la exposición laboral al ruido, que mayoritariamente se produce en locales cerrados. (INSHT, 2006)

2.16.6. Absorción Acústica

La absorción, consiste en aprovechar las propiedades y características de algunos materiales, los mismos que permiten transformar parte de la energía sonora en energía térmica o calor que prácticamente son valores despreciables.

2.17. TIPOS DE PROTECTORES AUDITIVOS

Los protectores auditivos son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores auditivos se comercializan de los siguientes tipos:

- **Orejas:** Consisten en casquetes que cubren las orejas y que se adaptan a la cabeza por medio de almohadillas blandas, generalmente rellenas de espuma plástica o líquido. Los casquetes se forran normalmente con un material que absorba el sonido. Están unidos entre sí por una banda de presión (arnés), por lo general de metal o plástico.

Las orejas son dispositivos de protección auditiva externos y se deben utilizar conjuntamente con protectores de oídos internos

especialmente en lugares donde la exposición a ruido sea por tiempos largos y esta sobrepase los límites permisibles.



Figura 4 Orejeras

Fuente: (3M, 2008)

- **Tapones:** Son protectores auditivos que se introducen en el canal auditivo o se colocan sobre el pabellón auditivo, destinados a bloquear su entrada. Los tapones pueden ser moldeables por el usuario, pre moldeados, personalizados o con arnés. A veces vienen provistos de un cordón de unión.



Figura 5 Tapones de seguridad

Fuente: (3M, 2008)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

Para realizar este proyecto, se necesitó diagnosticar los procesos de cada puesto de trabajo como son: Sala de control, Cabina antiruido, Cabina antiruido abierta, Sala de máquinas 1 y 2, Sala de aire de pulmón, Tablero 1 y 2 de excitatriz, Transformador auxiliar, Banco de baterías, Patio, Oficina, Dormitorio, Comedor y la Sala de reuniones en las cuales se realizó diferentes entrevista, como también la aplicación de una encuesta a los trabajadores de la central para obtener el la información de los procesos los cuales indicaron la localización de la maquinaria y la descripción de los puestos de trabajo.

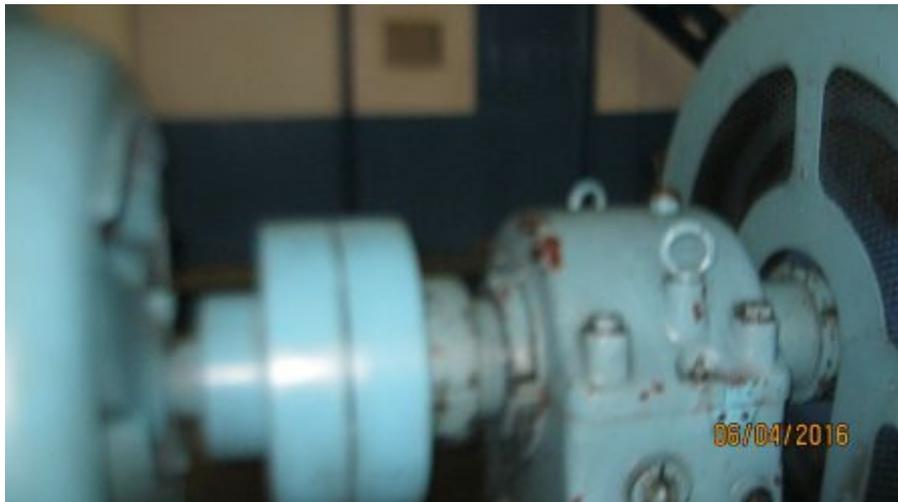


Figura 6 Identificación del peligro.

Fuente: Central Hidroeléctrica, El Estado

3.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS:

En la Central Hidroeléctrica "El Estado" se verificó que en el área de control se tiene un proceso en donde el operador recepta datos arrojados

por cada una de las maquinas cada 30 min los mismos que posteriormente son ingresados a una base de datos referentes a la generación de energía eléctrica.

3.3 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Se utilizó la matriz de evaluación de riesgos la INSHT de 1997 en la que nos indica las etapas de proceso de general de evaluación la clasificación de las actividades del puesto de trabajo, análisis de riesgos que son: Identificación de peligros, la severidad del daño, la probabilidad de que ocurra el daño que ayuda a estimar el riesgo en trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable.

Tabla 4

Detalle de la matriz de Riesgo

No	PUESTO DE TRABAJO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		B	M	A	LD	D	ED	TRI	TOL	MOD	IMP	INT
1	SALA DE CONTROL			X		X						
2	CABINA DE ANTIRUIDO		X			X						
3	CABINA DE ANTIRUIDO ABIERTA			X		X						
4	SALA DE MAQUINAS 1		X			X						
5	SALA AIRE DE PULMÓN		X			X						
6	TABLERO 1 DE EXCITATRIZ		X			X						
7	TABLERO 2 DE EXCITATRIZ			X		X						
8	SALA DE MAQUINA 2		X			X						
9	TRANSFORMADOR AUXILIAR			X		X						
10	BANCO DE BATERÍAS			X		X						
11	PATIO		X		X							
12	OFICINA		X		X							
13	DORMITORIO		X		X							
14	COMEDOR		X		X							
15	SALA DE REUNIONES		X		X							

Nomenclatura:

Probabilidad		Consecuencia		Estimación del Riesgo	
B	Baja	LD	Ligeramente Dañino	TRI	Trivial
M	Media	D	Dañino	TO	Tolerable
A	Alta	ED	Extremadamente Dañino	MO	Moderado
				IMP	Importante
				INT	Intolerable

3.4 PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO

PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS
La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:	Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:
Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre	a. partes del cuerpo que se verán afectadas
Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones	b. naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.
Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces	
	Ejemplos de ligeramente dañino:
	Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
	Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, disconfort.
	Ejemplos de dañino:
	Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
	Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
	Ejemplos de extremadamente dañino:
	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
	Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Figura 7 Definición de Probabilidad y Consecuencia

Fuente: (INSHT, 1997)

En la figura 7 se redactó las definiciones de Probabilidad y consecuencia de que ocurra un daño o lesión, tanto a los equipos, medio ambiente de trabajo y principalmente a la personas.

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

3.5 ESTIMACIÓN DE RIESGO

Con la ayuda de la matriz de evaluación de riesgos la INSHT de 1997 en la que nos indica las etapas de proceso de general de evaluación la clasificación de las actividades del puesto de trabajo, análisis de riesgos que son: Identificación de peligros, la severidad del daño, la probabilidad de que ocurra el daño que nos ayuda a estimar el riesgo en trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable como se muestra en la figura 8

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial <u>I</u>	Riesgo tolerable <u>TO</u>	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado <u>MO</u>	Riesgo importante <u>I</u>
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable <u>IN</u>

Figura 8 Estimación de Riesgo

Fuente: (INSHT, 1997)

Una vez que se realizó la estimación de los riesgos luego de haber evaluado la probabilidad del peligro con la consecuencia, esta figura ayudo a entender el grado del daño que pueden causar los peligros.

3.6 DESCRIPCIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE RIESGOS

A continuación en la figura 10 se señala la descripción de la estimación de los riesgos. Esta figura ayudó a entender el grado del daño que puede tener los peligros con la ayuda de colores representativos, como son el verde, amarillo, naranja, plomo y rojo, siendo el último color que se mencionó, el más alto de todos y en donde se debió tomar medidas correctivas inmediata

DESCRIPCIÓN
Trivial (T) No se requiere acción específica.
Tolerable (TO) No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia
Moderado (M) Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control
Importante (I) No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
Intolerable (IN) No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Figura 9 Descripción de la estimación de riesgos

Fuente: (INSHT, 1997)

Mediante este método se logró determinar la estimación de riesgo de cada área de trabajo de la Central Hidroeléctrica el Estado, como también el grado de peligro al cual se encuentra expuesto el trabajador.

3.7 OBTENCIÓN DE DATOS SOBRE NIVEL SALUD AUDITIVA.

La encuesta sobre salud auditiva y sus resultados se encuentra en el Anexo A, se divide en 5 secciones que contienen los siguientes resultados:

1. Percepción del nivel de Información

Se concluyó que el 92% del personal ha sido capacitado sobre riesgos laborales y el uso de protección auditiva, pero solamente el 60% sabe cuándo cambiar el equipo de protección auditiva, debido a que solamente el 20% ha trabajado en sitios que requieren el uso.

2. Percepción del EPP

El 90% de los trabajadores de la empresa considera que utilizar protección auditiva ayuda a evitar enfermedades al oído, pero el 75% manifiesta que usar tapones y orejeras no les permite escuchar sonidos importantes y que el equipo es incómodo, además considera que el uso de protección auditiva no es obligación sino que es de mucha importancia para trabajar en sitios ruidosos.

3. Razones extra laborales

Se observó que el 90% de trabajadores son mayores a 40 años, el 80% son personas que fuman y que solamente un 25% han utilizado audífonos en su puesto de trabajo en el momento de desempeñar sus funciones.

4. Hábitos de higiene auditiva

El 75% de los trabajadores indica que utiliza cotonetes para la limpieza auditiva, pero un 25% han introducido llaves, palillos u otros elementos para la limpieza de los oídos.

5. Conocimiento sobre el estado de su salud auditiva

El 25% de los trabajadores han sufrido alguna enfermedad en el oído frecuentemente, un 5% recuerda haber sufrido algún golpe que pudo haber afectado su nivel de audición y es así que un 50% de trabajadores perciben que su capacidad auditiva ha disminuido.

3.8 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO.

6.8.1. Metodología de Medición.

La Metodología de evaluación de ruido del presente proyecto, se basó en el Real Decreto 286/2006 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. Que tiene como título Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de Riesgos relacionados con la Exposición de los trabajadores al ruido.

Se utilizó esta Norma RD 286/2006 al ser un método estandarizado a nivel internacional para la determinación de la exposición a ruido laboral.

6.8.2. Descripción de los equipos para el monitoreo de ruido

Se realizó la medición con el sonómetro integrador que cumple las exigencias señaladas para un instrumento Tipo 2, establecidas en las normas, dicho sonómetro integrador es marca: BUSINESS REPLY MAIL. En la calibración del instrumento se medirá el nivel de presión emitido por el calibrador acústico para determinar si está dentro de la tolerancia requerida.

6.8.3. Plan de Medición

Este plan de medición inició a partir de las actividades identificadas previamente con los operadores, ayudantes por cada máquina el área de máquinas y se estableció grupos de exposición homogéneos, con la finalidad de abarcar todos los eventos significativos y representativos de exposición a ruido.

- **Número y duración de las mediciones.**

El número y la duración de las mediciones se determinaron según el Real Decreto 1296 /2006 indicó que un ruido estable la duración mínima total de mediciones debió ser de mínimo de 2 mediciones con duraciones de 1 minuto en esto caso se realizó 4 mediciones con duraciones de 3 min por área de trabajo.

6.8.4. Procedimientos de Medición.

Las mediciones se realizaron en presencia del trabajador expuesto a ruido, colocando el micrófono a la altura de 10 centímetros de distancia de su oído para poder obtener un resultado real. En el caso de existir varios puestos de trabajo iguales, se debe realizar la medición tomando un puesto tipo o representativo (Guía práctica sobre el ruido en el ambiente laboral, 2008.)

- **Factores que se tomaron en cuenta al momento de la medición**

Se tuvo en cuenta las siguientes recomendaciones para realizar la medición de ruido laboral las mismas que se detallan de esta manera: El equipo de medición se verificó su correcto funcionamiento y batería para iniciar con la respectiva medición. Se verificó que todas las máquinas y el personal completo para proceder a realizar las mediciones.

La medición se realizó en los diferentes lugares ya establecidos, donde existe mayor cantidad de presión sonora. Para documentar las diferentes mediciones puntuales en ambientes de trabajo, se elaboró un formato de tabla, con la finalidad de conocer posteriormente el área de mayor exposición a ruido, como se muestra en la Tabla 24

Tabla 5

Mediciones Puesto de Trabajo

MEDICIONES RUIDO INDUSTRIAL ESTABLE Y FLUCTUANTE (dBA)													
SONOMETRO:		TIPO:				SERIE:				FEC HA:	05-mar-16		
Nº Punto de Medición	Zona/Maquina/Proceso	Numero de mediciones / Jornada de trabajo				NPSEQ	Tipo ruido	C = tiempo expo _{real}	T = tiempo expo permitido	D = dosis	Riesgo higiénico		cumplimiento legal 2393
		1	2	3	4						≤ 1	>1	
											NO	SI	
1	SALA DE CONTROL					0,0	C	8	FALSO	NA	SI	NA	
2	CABINA ANTIRUIDO					0,0	C	8	FALSO	NA	SI	NA	
3	CABINA ANTIRUIDO ABIERTA					0,0	C	8	FALSO	NA	SI	NA	

6.8.5. Evaluación técnica de los niveles actuales de exposición.

Para determinar la gravedad del problema por contaminación acústica en el área de estudio fue necesaria como primera acción la evaluación de los niveles sonoros existentes en el ambiente, para lo cual se utilizaron equipos de medición de ruido, que se encuentren calibrados y certificados.

Para la evaluación técnica de los niveles de exposición a ruido de toda la empresa; se realizó medidas de ruido en todas las áreas de la Central Hidroeléctrica. (Sala de control, cabina de anti ruido, Sala de máquinas, Sala aire de pulmón, Tablero de excitatriz, Transformador servicio Auxiliar, Banco de Baterías, etc.), Donde se evidenció la exposición a ruido que estaba muy próximo y que también pudiera superar el límite permisible que pudiera perjudicar a la salud de los trabajadores, especialmente en su audición.

6.8.6. Medición del nivel de exposición diario equivalente:

A partir de la norma UNE-EN 60651 de junio de 1996 y UNE-EN 60804 de abril de 2002, referenciadas en el Real Decreto 286/2006, se dan las

especificaciones de funcionamiento electro acústico para tres tipos de instrumento de medida del sonido:

- Sonómetro convencional que mide niveles de sonido con ponderación temporal exponencial.
- Sonómetro integrador-promediador que mide niveles de sonido promediados en el tiempo
- Sonómetro integrador que mide niveles de exposición sonora (denominado dosímetro en el real decreto).

3.9 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS EXPUESTAS AL RUIDO.

En el área de control de esta Empresa Hidroeléctrica se tiene el puesto de trabajo Operario de la sala de máquinas. Existen 1 trabajadores para cada máquina con un total de 5 trabajadores en esta área.

Sus actividades principales son: Recolección de datos, Mantenimiento de máquinas, puesto en funcionamiento la máquina, planificación para el mantenimiento de la máquina, recolección de datos de información, limpieza de tableros de excitación, limpieza de transformadores. Es importante acotar que los trabajadores tienen una jornada de 8 horas diarias y que pasan continuamente rotando por la maquina a fin de cumplir con sus labores establecidas.

3.10 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL

Se realizó las mediciones en todas las áreas de la Central Hidroeléctrica las mismas que arrojó los siguientes resultados que presento en la siguiente tabla, por medio de la cual visualizaremos resultados reales obtenidos en la medición realizada.

Tabla 6

Resultados de Medición de Ruido Laboral

MEDICIONES RUIDO INDUSTRIAL ESTABLE Y FLUCTUANTE (dBA)													
SONOMETRO :		TIPO:				SERIE:				FECHA	05-mar-16		
Nº PUNTO DE MEDICIÓN	ZONA/MAQUINA/PROCESO	NUMERO DE MEDICIONES / JORNADA DE TRABAJO				NPS _{eq}	TIPO RUIDO	C = TIEMPO EXP REAL	T = TIEMPO EXP PERMITIDO	D = DOSIS	RIESGO HIGIENICO		CUMPLIMIENTO LEGAL 2393
		1	2	3	4						≤ 1	>1	
											NO	SI	
1	SALA DE CONTROL	78	77	75	78	83,2	C	8	NA	NA	NO	SI	
2	CABINA ANTIRUIDO	59	58	59	58	64,5	C	8	NA	NA	NO	SI	
3	CABINA ANTIRUIDO ABIERTA	75	71	73	72	79,0	C	8	NA	NA	NO	SI	
4	SALA DE MAQUINAS 1	82	83	80	80	87,5	C	8	4,28	NA	NO	NO	
5	SALA DE AIRE DE PÚLMON	95	95	95	97	103,5	C	1	1,60	NA	NO	NO	
6	TABLERO 1 DE EXCITATRIZ	80	81	80	81	86,5	C	8	4,28	NA	NO	NO	
7	TABLERO 2 DE EXCITATRIZ	78	78	78	78	84,0	C	8	NA	NA	NO	SI	
8	SALA DE MAQUINA 2	80	80	80	80	86,0	C	8	5,85	NA	NO	NO	
9	TRANSFORMADOR AUXILIAR	74	72	72	73	78,9	C	8	NA	NA	NO	SI	
10	BANCO DE BATERIAS	75	75	75	75	81,0	C	8	NA	NA	NO	SI	
11	PATIO	68	65	65	65	72,0	C	8	NA	NA	NO	SI	
12	OFICINA	56	56	56	56	62,0	C	8	NA	NA	NO	SI	
13	DORMITORIO	52	51	52	52	57,8	C	8	NA	NA	NO	SI	
14	COMEDOR	56	54	56	54	61,1	C	8	NA	NA	NO	SI	
15	SALA DE REUNIONES	66	66	66	66	72,0	C	8	NA	NA	NO	SI	

Cálculo de Nivel de NPSeq en áreas críticas de la Central Hidroeléctrica el Estado.

- **Sala de Máquinas 1**

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{x1}{10}} + 10^{\frac{x2}{10}} + 10^{\frac{x3}{10}} + 10^{\frac{x4}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{82}{10}} + 10^{\frac{83}{10}} + 10^{\frac{80}{10}} + 10^{\frac{80}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{8.2} + 10^{8.3} + 10^{8.0} + 10^{8.0} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} (521, 11)$$

$$\text{NPS} = 10 (8, 71)$$

$$\text{NPS} = 87,1 \text{ dB}$$

- **Sala aire de pulmón**

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{x1}{10}} + 10^{\frac{x2}{10}} + 10^{\frac{x3}{10}} + 10^{\frac{x4}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{97}{10}} + 10^{\frac{97}{10}} + 10^{\frac{97}{10}} + 10^{\frac{97}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{9.7} + 10^{9.7} + 10^{9.7} + 10^{9.7} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} (2, 00 \times 10^{10})$$

$$\text{NPS} = 10 (10, 30)$$

$$\text{NPS} = 103,0 \text{ dB}$$

- **Tablero 1 de excitatriz**

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{x1}{10}} + 10^{\frac{x2}{10}} + 10^{\frac{x3}{10}} + 10^{\frac{x4}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{80}{10}} + 10^{\frac{81}{10}} + 10^{\frac{80}{10}} + 10^{\frac{81}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{8.0} + 10^{8.1} + 10^{8.0} + 10^{8.1} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} (558, 01)$$

$$\text{NPS} = 10 (8, 5)$$

$$\text{NPS} = 86,50 \text{ dB}$$

- **Sala de Máquinas 2**

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{x1}{10}} + 10^{\frac{x2}{10}} + 10^{\frac{x3}{10}} + 10^{\frac{x4}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \left(10^{\frac{80}{10}} + 10^{\frac{81}{10}} + 10^{\frac{80}{10}} + 10^{\frac{81}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} (10^{8.0} + 10^{8.1} + 10^{8.0} + 10^{8.1})$$

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} (451, 78)$$

$$\text{NPS} = 10 (8, 6)$$

$$\text{NPS} = 86,0 \text{ dB}$$

Aquí se puede evidenciar algunos cálculos realizados para obtener el Nivel de Presión Sonora, con un procedimiento detallado después de haber obtenido datos reales de cada puesto de trabajo en la medición realizada.

Mediante la medición y análisis de exposición de ruido realizada en la Central Hidroeléctrica el "ESTADO", se pudo evidenciar que existe exposición a ruido laboral en las siguientes áreas de la central hidroeléctrica "El Estado": Sala de máquinas 1; Sala de aire de pulmón; Sala de máquina 2 y tablero 1 de excitatriz) ya que el trabajador se encuentra expuesto una hora durante su jornada de trabajo.

Es por ello que se debe tomar acciones correctivas inmediatas en las áreas mencionada, para así evitar posibles enfermedades profesionales como lo es la hipoacusia.

En la siguiente imagen se visualiza un gráfico de barras el mismo que se realizó en base a los resultados obtenidos en la medición, mediante el cálculo de Nivel de presión sonora realizada en las diferentes áreas de la central hidroeléctrica el "El Estado".

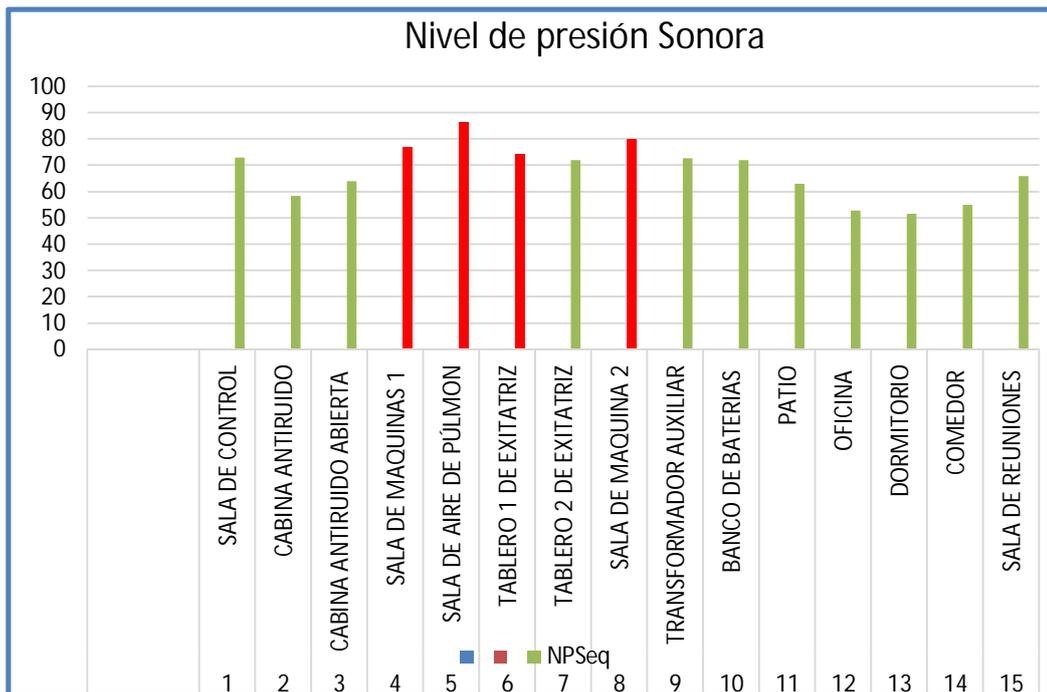


Figura 10 Nivel de presión sonora

Con la utilización de orejeras y tapones auditivos marca 3M modelo 1270 de las siguientes características:

- Tasa de reducción de ruido (NRR) de 24 dB.
- Diseño de tres aletas.
- Mayor confort y durabilidad.
- Fácil limpieza, solo agua tibia y jabón.
- Versión con cordón de poliéster sintético.

Cálculo de Mitigación de los EPPs

Mediante el análisis de tapones y orejeras auditivas que se utiliza dentro de la empresa podemos atenuar el ruido existente para mitigar el riesgo, de tal manera que el trabajador se encuentre en óptimas condiciones laborales para desempeñar sus actividades diarias.

Tabla 7

Atenuación con Orejeras en sala de Máquinas 1

SALA DE MÁQUINAS 1									
Promedio	NPSE	BANDAS DE OCTABAS 1/1							
	Frecuencia (Hz)	150	250	500	1000	2000	3150	4000	6300
	Atenuación Auditiva	20,7	25,5	36,2	38,3	37,5	39,3	41,3	42,1
	Desviación Estándar	3	3,3	3,9	3,4	2,9	3,5	3,4	2,5
	Resultado Atenuación	17,7	22,2	32,3	34,9	34,6	35,8	37,9	39,6
87,05	NPSE	82	83	80	80	85	86	87	88
63,30	LA FINAL	64,3	60,8	47,7	45,1	50,4	50,2	49,1	48,4

Tabla 8

Atenuación con orejeras en sala de aire de pulmón

SALA DE AIRE DE PULMÓN									
Promedio	NPSE	BANDAS DE OCTABAS 1/1							
	Frecuencia (Hz)	150	250	500	1000	2000	3150	4000	6300
	Atenuación Auditiva	20,7	25,5	36,2	38,3	37,5	39,3	41,3	42,1
	Desviación Estándar	3	3,3	3,9	3,4	2,9	3,5	3,4	2,5
	Resultado Atenuación	17,7	22,2	32,3	34,9	34,6	35,8	37,9	39,6
103,00	NPSE	97	97	97	97	98	99	99	104
78,30	LA FINAL	79,3	74,8	64,7	62,1	63,4	63,2	61,1	64,4

Tabla 9

Atenuación con tapones en sala de aire de pulmón

SALA DE AIRE DE PULMÓN									
Promedio	NPSE	BANDAS DE OCTABAS 1/1							
	Frecuencia (Hz)	150	250	500	1000	2000	3150	4000	6300
	Atenuación Auditiva	30,2	30,7	31,4	31,5	35,2	37,4	37,8	39,5
	Desviación Estándar	3,8	3,3	3,1	4	3,4	4,7	5,7	4,5
	Resultado Atenuación	26,4	27,4	28,3	27,5	31,8	32,7	32,1	35
103,00	NPSE	97	97	97	97	98	99	99	104
69,69	LA FINAL	70,6	69,6	68,7	69,5	66,2	66,3	66,9	69

Tabla 10

Atenuación con orejeras en Tablero 1 de excitatriz

TABLERO 1 DE EXCITATRIZ									
Promedio	NPSE	BANDAS DE OCTABAS 1/1							
	Frecuencia (Hz)	150	250	500	1000	2000	3150	4000	6300
	Atenuación Auditiva	20,7	25,5	36,2	38,3	37,5	39,3	41,3	42,1
	Desviación Estándar	3	3,3	3,9	3,4	2,9	3,5	3,4	2,5
	Resultado Atenuación	17,7	22,2	32,3	34,9	34,6	35,8	37,9	39,6
86,05	NPSE	80	81	80	81	83	85	86	87
61,30	LA FINAL	62,3	58,8	47,7	46,1	48,4	49,2	48,1	47,4

Tabla 11

Atenuación con orejeras en Sala de máquinas 2

SALA DE MÁQUINAS 2									
Promedio	NPSE	BANDAS DE OCTABAS 1/1							
	Frecuencia (Hz)	150	250	500	1000	2000	3150	4000	6300
	Atenuación Auditiva	20,7	25,5	36,2	38,3	37,5	39,3	41,3	42,1
	Desviación Estándar	3	3,3	3,9	3,4	2,9	3,5	3,4	2,5
	Resultado Atenuación	17,7	22,2	32,3	34,9	34,6	35,8	37,9	39,6
86,00	NPSE	80	80	80	80	83	84	84	87
61,30	LA FINAL	62,3	57,8	47,7	45,1	48,4	48,2	46,1	47,4

Por medio de este cálculo con los equipos de protección personal se puede apreciar la reducción de la exposición a ruido a un nivel considerable para que los trabajadores cumplan sus labores en cada área de trabajo de manera segura y sin riesgos a enfermedades profesionales como la hipoacusia

En el análisis de sala de máquinas 1, sala de máquinas de pulmón, Tablero 1 de excitatriz y Sala de máquinas 2, se pudo observar que la atenuación de orejeras, marca Peltor modelo h10a son adecuados, además se considera tapones 3M 1270 esenciales para el cuidado auditivo de los trabajadores, ya que estos suelen utilizarse en espacios de trabajo limitados o encerrados, los cuales se deben tomar en cuenta su mantenimiento y su deterioro.

Mediante este método se logró determinar la estimación de riesgo de cada área de trabajo de la Central Hidroeléctrica el Estado, como también el grado de peligro al cual se encuentra expuesto el trabajador.

6.10.1. Evaluación del equipo de protección auditivo utilizado en la empresa.

A continuación se realiza una evaluación del EPP a fin de verificar su nivel de ruido efectivo.

Tapón reutilizable

- Marca 3m
- Modelo 1270 y 1271

Características

- Tasa de reducción de ruido (NRR) de 24 dB.
- Diseño de tres aletas.
- Mayor confort y durabilidad.
- Fácil limpieza, solo agua tibia y jabón.
- Versión con cordón de poliéster sintético.

Orejera

- Marca Peltor
- Modelo h10a

Características

- Arco de acero inoxidable con banda acolchonada sobre la cabeza.
- Longitud ajustable de los brazos del arco
- copas pivotantes para mayor compatibilidad, seguridad y comodidad.
- NRR: 30dB. Indicación del máximo nivel de exposición de ruido (105dB) en las copas.

El Equipo de protección auditiva utilizado en la Hidroeléctrica para un tiempo máximo de exposición de 8 horas máximo resulta eficiente, sin embargo se identificaron zonas donde el ruido sobrepasa los niveles permisibles, de acuerdo a las medidas obtenidas del sonómetro.

Con los resultados obtenidos en las evaluaciones de la presente investigación a continuación se detalla un programa de cuidado auditivo el cual incluye medidas preventivas y correctivas.

3.11 PROGRAMA DE SALUD AUDITIVA EN LA HIDROELÉCTRICA

6.11.1. Introducción

Se puede definir al ruido como un sonido no deseado e intempestivo y por lo tanto molesto, desagradable y perturbador. El nivel de ruido se mide en decibelios (dB).

Los trabajadores sometidos altos niveles de ruido en su puesto de trabajo, pueden sufrir alteraciones en su capacidad auditiva ocasionando una enfermedad como la sordera profesional, produciendo daños al conducto auditivo.

6.11.2. Objetivo General

Establecer medidas preventivas y correctivas a fin de precautelar la salud auditiva de los trabajadores de la Central Hidroeléctrica “El Estado”.

6.11.3. Objetivos Específicos

- Describir las medidas que se deben tomar para reducir el ruido a un nivel que no sea perjudicial para la audición.
- Establecer la metodología para realizar mediciones y esquematizaciones en los lugares de trabajo donde el ruido sea permanente
- Aplicar planes de capacitación para el personal que labora en las áreas de la Central Hidroeléctrica “El Estado” de la Elepco S.A

6.11.4. Meta

Disminuir la exposición de ruido al que se encuentran expuestos los trabajadores, de tal manera que el ruido se encuentre bajo los límites permisibles establecidos por la legislación vigente.

6.11.5. Responsabilidad

El técnico de seguridad y salud ocupacional es el encargado de administrar el programa de prevención del ruido y realizar la gestión pertinente con el apoyo del gerente de la empresa para la implementación y manejo correcto de este programa de seguridad en el trabajo. Los responsables deben de contestar cualquier pregunta que los trabajadores tengan acerca del programa para prevenir el ruido.

Es importante entregar una copia de este programa de seguridad auditiva al Gerente y Responsable de seguridad en la central hidroeléctrica el Estado.

6.11.6. Cumplimiento

El cumplimiento del presente plan es responsabilidad del Jefe de seguridad de la Hidroeléctrica

6.11.7. Descripción del proceso de trabajo

- Mantenimiento de máquinas
- Puesto en funcionamiento la máquina
- Planificación para el mantenimiento de la máquina
- Recolección de datos de información
- Limpieza de tableros de excitación
- Limpieza de transformadores
- Limpieza de turbinas

- Limpieza de cabinas de control
- Mantenimiento y control de fusibles de media y baja tensión.

Identificación y evaluación de los riesgos:

En la central hidroeléctrica el Estado se cuenta con 4 áreas en las cuáles la incidencia de ruido sobrepasa los límites permisibles como es sala de máquinas 1, tablero de excitatriz, sala de máquinas 2 y sala de aire de pulmón, para ello es necesario que se tome acciones correctivas inmediatas.

6.11.8. Plan de trabajo

- a. Información y capacitación permanente a los trabajadores, a través de una charla mensual, o la repartición de volantes con información de seguridad, se debe aplicar el plan anual que se va a llevar a cabo, con los temas a tratar, fechas, lugares, entre otros detalles.
- b. Procesos de inspección y evaluación de seguridad y salud ocupacional.
- c. Establecimiento de medidas preventivas:
 - Reducción del ruido en su origen (foco de emisión sonora).
 - Reducción de las vibraciones: mediante aislamiento elástico de las máquinas evitando la trasmisión de las vibraciones hacia el puesto de trabajo.
 - Limitar la exposición al ruido.
 - Adecuar la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
 - Reducción del ruido en su propagación: que pasa por el aislamiento del local.
 - Aislamiento del local: mediante tabiques intermedios, insonorizantes.
 - Utilizar elementos de protección de ruido adecuados que amortigüen la mayor cantidad de ruido posible.

- Ofrecer información adecuada para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con el fin de reducir al mínimo su exposición al ruido.
 - Atenuar el ruido ambiental colocando carcasas de protección en las impresoras, los ventiladores, etc.
- d. Monitoreo y vigilancia epidemiológica de los riesgos y procesos peligrosos: El programa debe especificar quién realizará, la vigilancia y monitoreo epidemiológica de los riesgos y procesos peligrosos existentes en la empresa, anteriormente descritos.
- e. Monitoreo y vigilancia epidemiológica de la salud de los trabajadores/as: Este punto comprende la descripción del proceso referente a las historias médicas de los trabajadores
- f. Reglas, normas y procedimientos de trabajo seguro y saludable: Aquí debe estar descrita toda la normativa de Seguridad establecida en la empresa.
- g. Recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos

Por último recuerde que el Programa de Seguridad debe ser un reflejo de lo que debe cumplirse en toda empresa en materia de Seguridad.

6.11.9. Efectos Que Ocasiona El Ruido

- El ruido puede provocar, efectos sobre el aparato auditivo, como la rotura de la membrana timpánica, así como también alteraciones en el órgano de la audición, produciendo la pérdida de la capacidad auditiva.

- Si en el trabajo, presentamos un ruido permanente nos puede producir estrés, el cuál abarca enfermedades cardiovasculares, infartos, úlceras digestivas, etc.
- La interferencia del ruido con la comunicación deteriora claramente el bienestar durante el trabajo, pudiendo además introducir nuevos riesgos al no percibir los trabajadores mensajes sonoros.
- La presencia del ruido puede interferir negativamente en la realización de actividades mentales y psicomotoras como es el rendimiento y el nivel de atención de los trabajadores en sus tareas reduciendo la productividad y aumentando el riesgo de errores en el trabajo y de accidentes laborales.

3.12 CONTROL DE RUIDO

6.12.1. Controles en la Fuente

- Verificar en mantenimiento piezas flojas, fricciones entre materiales, desgaste de piezas que puedan estar generando ruido en la máquina.
- Realizar un mantenimiento periódico de los equipos que generan ruido
- Realizar aislamiento acústico en los motores generadores que son los puntos que emiten altos niveles de ruido.

6.12.2. Controles en el Medio

- Considerando que los materiales de construcción de la sala de máquina son de bloque y estructura metálica, no son absorbentes para el ruido, por lo que se recomienda realizar una evaluación de infraestructura dentro de la empresa cada vez que la infraestructura sea rediseñada.

- Cuando se diseñen nuevas estructura, estas deberán de implementarse con materiales absorbentes que reduzcan la exposición al ruido a fin de evitar efectos por exposición al ruido.

6.12.3. Controles en el Trabajador

Tiempo de exposición

- El personal que trabaja en sala de operadores deberán utilizar permanentemente tapones auditivos marca 3M 1270 Y 1271, en cuyo caso el tiempo de exposición máximo será de 8 horas en 90 decibles con la utilización del equipo de protección personal.
- Ningún trabajador debe entrar en áreas con niveles de ruido continuo por encima de 115 dBA o niveles de ruido impulsivo por encima de 140 dBA independiente del tiempo de exposición y el uso de protecciones auditivas.

Todos los trabajadores permanentes y temporales, incluyendo gerente y supervisores, son responsables de cumplir con prácticas de trabajo que sean seguras y saludables. El propósito de este programa es asegurar que todos los trabajadores cumplan con las prácticas establecidas, estas incluye una o más de las siguientes prohibiciones:

- Informar a los trabajadores de las normas y los requisitos de este programa de salud auditiva.
- Evaluar el cumplimiento del programa de salud auditiva en todos los trabajadores de la central.
- Reconocer a los empleados que desempeñan su trabajo de manera segura, eficiente y saludable.
- Capacitar a los trabajadores en la aplicación correcta de este programa de salud auditiva.

- El incumplimiento de estas normas serán sancionadas de acuerdo a lo estipulado en el reglamento interno de seguridad y salud ocupacional de la central.

Para la reducción de la exposición al ruido se debe aplicar las siguientes medidas:

- Ingeniería de control
- Sustitución
- Reemplazo de equipos o materiales ruidosos por equipos no emisores de ruido
- Modificar sistema operativo del equipo con el fin de reducir la emisión de ruido.
- Aislar al trabajador de la fuente de ruido
- Colocación de barreras.
- Cubrir el equipo emisor de ruido con material absorbente de ruido
- Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo
- Rotación del personal.
- Reubicación del personal.
- Reducción del tiempo de exposición del trabajador.
- Señalización

Educación y motivación del trabajador para la conservación auditiva el cual debe cubrir aspectos relevantes del programa y conservación del equipo de protección, rol de la audiometría en la prevención de la pérdida auditiva.

3.13 SUGERENCIAS

- No subestimar ni ignorar la probabilidad de que ocurra un accidente. Ni siquiera cuando existan pocos riesgos.
- Nunca se debe asumir un riesgo, aunque sea leve, para lograr beneficios en el trabajo.

- Se debe evitar el exceso de confianza y jamás se debe permitir que nadie se ponga a prueba por afán de notoriedad, por frustración, etc.
- No debe primar la seguridad personal sobre la del resto de compañeros.
- Intentar eliminar los riesgos y si ello no es posible, tratar de reducirlos al máximo con unas medidas de protección adecuadas.
- Para las tareas de mayor concentración el nivel del ruido debe ser de 55dB, para las tareas de menor concentración se considera adecuado entre 65 y 70 dB.
- Si todos colaboran, con las medidas preventivas se puede evitar más de un riesgo.
- Los trabajadores son un punto importante, para que todo lo planeado en seguridad y salud marche con el pie derecho (excelente).

3.14 PLAN DE CAPACITACIÓN

La capacitación deberá ser dictada anualmente por un técnico especialista en Seguridad y Salud ocupacional, en las áreas de mayor exposición al ruido laboral.

CAPACITACIÓN 1	
Tiempo : 2 Horas	Frecuencia : Anualmente
<u>RIESGOS SOBRE LA EXPOSICIÓN A RUIDO LABORAL</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Qué es el ruido • Niveles máximos de exposición • Tiempos máximos de exposición • Enfermedad producida por el ruido • Medidas mínimas de protección 	

CAPACITACIÓN 2	
Tiempo : 2 Horas	Frecuencia : Anualmente
<u>USO Y CUIDADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de Equipo de protección personal • Beneficios de los Equipos de protección personal • Cómo utilizar correctamente el EPP • Qué equipo utilizar en cada puesto de trabajo • Cuidados del EPP(limpieza, recambio) 	

CAPACITACIÓN 3	
Tiempo : 2 Horas	Frecuencia : Anualmente
<u>SALUD Y CUIDADO AUDITIVO</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Enfermedades producidas por los efectos del ruido• Tratamientos para las enfermedades auditivas• Tipos de trabajos que implican riesgos a la salud auditiva• La alimentación y la salud aditiva• El tabaco y la salud auditiva	

Estas capacitaciones se realizarán con la finalidad de que el trabajador tenga conocimiento de la importancia de usar equipos de protección auditiva en cada área de trabajo, para que de esta manera se logre evitar enfermedades profesionales como la hipoacusia en la Central Hidroeléctrica El Estado.

ANEXOS DEL PLAN DE PROGRAMA DE SALUD AUDITIVA

LISTA DE VERIFICACIÓN DE CONTROLES

	SI	NO
1. ¿Están aisladas o tapadas completamente las piezas o máquinas ruidosas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se atienden periódicamente las máquinas para evitar que aumente el ruido que hacen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se utilizan materiales que absorben el sonido en el techo, las paredes o las tapas de máquinas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se sustituye el equipo y las piezas ruidosos por modelos más silenciosos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se utilizan barreras u obstáculos adecuados para evitar que el ruido se difunda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Se ha disminuido la altura de caída de los objetos que se recogen en tachos y cajas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Está protegida la gente que trabaja con máquinas más silenciosas del ruido que producen otras máquinas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Se rota a los trabajadores que están en zonas muy ruidosas para evitar que estén expuestos al ruido muchas horas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Se utilizan orejeras o tapones para los oídos cuando el nivel de ruido llega a 85-90 dB o lo supera?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Investigación de campo

FORMATO DE CONTROL DE CAPACITACIONES
PROGRAMA DE SALUD AUDITIVA

TIPO: Capacitación Reunión Evento
 Fecha: Hora de Inicio: Hora de Finalización:

Tema:

Facilitador:

Firma:

No.	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Fuente: Investigación de campo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se identificó los procesos y las tareas que se desarrollan en las diferentes áreas de la Central Hidroeléctrica, con ayuda de encuestas a los trabajadores expuestos al ruido laboral, se identificó 4 áreas en las cuales el ruido laboral sobrepasa los límites permisibles de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393, estas son sala de máquinas 1, sala de aire de pulmón, tablero 1 de excitatriz y sala de máquinas 2.
- Una vez realizada la medición y analizados los niveles de ruido en la empresa, mediante el cálculo de presión sonora se estableció que es necesario tomar medidas correctivas en la fuente, medio y en trabajador, con el fin de reducir los niveles de exposición al ruido para mejorar las condiciones de trabajo.
- En base a los análisis y resultados obtenidos, se elaboró un programa de salud auditiva el cual propone controles en la fuente, medio y en el trabajador, capacitaciones de acuerdo a las necesidades de la empresa respecto a salud auditiva y al uso adecuado de EPP's, el mismo que ayudará a controlar la exposición al ruido.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de audiometrías una vez al año a los trabajadores, en las áreas de mayor incidencia de ruido, a fin de dar seguimiento a las medidas de control, para detectar a tiempo las afectaciones auditivas y verificar que las deficiencias auditivas existentes no progresen.
- Realizar mantenimiento preventivo y predictivo periódicamente cada una de las máquinas, de tal manera que el ruido que generan las mismas no afecte a la salud de los trabajadores, para minimizar la incidencia de enfermedades profesionales como es la hipoacusia o sordera profesional.
- Poner en práctica el programa de salud auditiva establecido, con la finalidad de prevenir enfermedades profesionales por la exposición al ruido como la hipoacusia, mediante la aplicación de controles en la fuente, en el medio y la capacitación al personal respecto a los efectos del ruido y el uso de equipos de protección personal, así como la supervisión en el uso de los mismos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACCIÓN CORRECTIVA.- Acción tomada para corregir las causas de una no conformidad detectada u otra situación indeseable (accidente y /o enfermedad profesional / ocupacional).

ACCIÓN PREVENTIVA.- Acción tomada para disminuir o eliminar las causas de potenciales (de los accidentes y/o enfermedades profesionales / ocupacionales antes que sucedan) de una NO conformidad u otra situación.

CALIBRACIÓN.- Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, las relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida y los valores correspondientes a esa magnitud realizados por patrones.

CONDICIONES DE TRABAJO.- Cualquier característica del mismo que puede tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la Seguridad y Salud de los Trabajadores.

DOCUMENTO.- Información y su medio de soporte.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN (EPI).- Es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o su salud, así como cualquier complemento destinado al mismo fin.

MEJORA CONTINUA.- Proceso recurrente de optimización del sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para lograr mejoras en el desempeño de la Seguridad y Salud en el Trabajo global de forma coherente con la política de la Seguridad y Salud en el trabajo de la empresa / organización.

MITIGACIÓN.- El propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento.

PELIGRO.- Fuente, situación o acto con potencial de causar daños en términos de lesión o enfermedad.

PRESBIACUSIA.- Es una disminución progresiva del oído debida a la edad. Como la presbicia, que también está ligada a la edad y en la cual el paciente ve mejor de lejos que de cerca, el paciente con presbiacusia oye mejor los murmullos que una voz alta.

PREVENCIÓN.- Conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa a fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

RIESGO.- Una combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso con la gravedad de las lesiones o daños para la salud que puedan causar tal suceso.

RIESGO LABORAL GRAVE O INMINENTE.- Aquel que resulta probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y que pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores.

SLOW.- Es una palabra del inglés que se traduce al español como lento o despacio.

SONOMETRÍA.- La Sonometría es la versión corta de la medición, en donde se toman varias muestras directamente de cada puesto de trabajo en un tiempo de no más de 15 segundos cada una.

TRABAJADOR.- Es toda persona que presta sus servicios lícitos y personales en la empresa u organización.

VERIFICACIÓN.- Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

BIBLIOGRAFÍA

Superintendencia de riesgos laborales . (2008). Guia practica sobre el ruido en el ambiente laboral. Ecuador.

INSHT, I. N. (2006). Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. Madrid , España.

3M. (2008). Orejeras . Chile.

Arturo Canga. (2012). Manual Basico . Oviedo: Riesgos del Trabajo.

C, R. A. (2010). Seguridad Industrial y Administración de la Salud . Luis M Cruz Castillo.

Castro, G. D. (2015). Evaluación de la exposición laboral a ruido en el área de prensas planas en una empresa gráfica y propuesta de medidas de prevención y control. Tesis de Magister de Seguridad y Salud Ocupacional . Quito, Pichincha , Ecuador .

Dias, J. M. (2007). Seguridad e Higiene del Trabajo. TEBAR,SL.

Falagán. M. (2008). Manual Básico de prevención de riesgos. Perú: Riesgos del Trabajo.

Fernández.L. (2008). Ruido Contaminante.

Henao. R. (2007). Ruido- Vibraciones. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Hidroelectrica, C. (03 de 2016). Generadores . Cotopaxi, Ecuador .

IEES. (1986). Decreto Ejecutivo 2393. Riesgos del trabajador.

IEES. (s.f.). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores. Ecuador.

IESS. (1986). Reglamento de Seguridad y salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del trabajo. Riesgos del Trabajo.

- INSHT. (1997). Definiciones de Probabilidad y consecuencia.
- INSHT. (1997). Descripción de la estimación de riesgos.
- INSHT. (1997). Estimacion de Riesgos .
- INSHT. (2006). Decreto 268.
- INSHT. (2007). Guías Técnicas de ruido. Obtenido de Guías Técnicas
_Fichero: www.guía_técnica-de/ruido
- ISO 9612. (2009). Determinación de la exposición al ruido en el trabajo.
- jeremy. (2007). todos . ecuador .
- laborales, S. d. (2008). Frecuencia de un sonido. Ecuador.
- M, 3. (s.f.). Tapones de Seguridad . Chile.
- Mangosio, C. (2011). Seguridad e Higiene en el Trabajo. Alfaomega .
- Ochoa y Bolaños. (1990). Gestion Técnica de Reduccion de Riesgos .
Unidad de medida del ruido y Presión sonora. Quito, Pichincha ,
Ecuador : Universidad Sek.
- SGRT. (2011). Reglamento de SST IESS Resolución 390. Trillas .
- Torre, R. d. (2011). Análisis y Evaluación de las causas de la pérdida
auditiva en los trabajadores de la empresa cartonera y desarrollo de
medidas preventivas y correctivas a la exposición de ruido laboral.
Tesis en Magister en Seguridad y Salud Ocupacional . QUITO,
Pichincha, Ecuador .

ANEXOS