

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Trabajo de fin de carrera titulado:

**GESTIÓN DEL FACTOR DE RIESGO FÍSICO-RUIDO EN
EL PROCESO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL
SECTOR DE LA INDUSTRIA PETROLERA**

Realizado por:

CARLOS MOISÉS LARA COBO

**Como requisito para la obtención del título de
MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

QUITO, JUNIO DEL 2013

DECLARACIÓN JURAMENTADA DEL AUTOR

Yo Carlos Moisés Lara Cobo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Carlos Moisés Lara Cobo

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación de fin de carrera, titulado

**GESTIÓN DEL FACTOR DE RIESGO FÍSICO-RUIDO EN EL
PROCESO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL SECTOR DE LA
INDUSTRIA PETROLERA**

Realizado por el alumno

CARLOS MOISÉS LARA COBO

Como requisito para la obtención del título de
MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha sido dirigido por la profesora

Ing. ROSELINE CALISTO

quien considerando que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. ROSELINE CALISTO

Directora

Las profesoras informantes

Ing. MARÍA GRACIA CALISTO, y

Dra. CARLA CAÑADAS

después de revisar el trabajo escrito presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

Ing. MARÍA GRACIA CALISTO

Dra. CARLA CAÑADAS

Quito, a 28 de junio del 2013

A Remigio Lara y Nelly Cobo,
mis padres

RESUMEN EJECUTIVO

En la gestión de la seguridad y salud ocupacional existe una premisa fundamental que indica que la gestión del riesgo debe hacerse preferentemente en la fuente, de no ser esto posible se lo hará en el medio y, como recurso final, en el receptor, sin embargo, la gestión del técnico de seguridad industrial muchas veces se ve limitada por las condiciones mismas del proyecto, en especial en aquellos que llevan algunos años de funcionamiento.

El capítulo inicial parte de un análisis de la demanda de energía eléctrica requerida para llevar adelante los procesos de producción, transporte, almacenamiento y otros de apoyo. Luego se hace una referencia al marco legal nacional e internacional en lo referente a ruido, al cual debe circunscribirse la gestión de este factor de riesgo físico.

Se continúa con una descripción del proceso de generación eléctrica considerando las características de los equipos, del medio de transmisión y la organización del trabajo de los receptores. Posteriormente se hace una revisión de los fundamentos teóricos básicos del ruido. En la segunda parte de este capítulo se revisan los efectos del ruido sobre el organismo.

Previo a la ejecución del trabajo de campo se realiza la planificación del mismo, esto permite definir los equipos a utilizar, universo de estudio, número de mediciones, etc. En la segunda parte de este capítulo se evalúan los resultados y se plantean los controles en la fuente, en el medio y en los receptores. En el capítulo final se plantean conclusiones y recomendaciones.

ABSTRACT

In the management of occupational health and safety there is a fundamental premise indicates that risk management should be done at source, if this is not possible it will be in the transmission medium and, as a last option, in the receiver, however, the technical management of industrial safety are often limited by the very conditions of the project, especially those who have a few years of operation.

The opening chapter begins with an analysis of the demand for electrical energy required to carry out the processes of production, transportation, storage and other support. Then there is a reference to national and international legal framework regarding noise, which should be limited to manage this physical hazard.

It continues with a description of the process of electricity generation considering the characteristics of the equipment, the transmission medium and the organization of work of the receivers. Later a review of the basic theoretical noise is done. In the second part of this chapter reviews the effects of noise on the body.

Prior to the execution of the field work planning is done right, this identifies the equipment to use, universe of study, number of measurements, etc. In the second part of this chapter evaluates the results and raises the controls at the source, in the transmission medium and at the receivers. In the final chapter conclusions and recommendations arising.

ÍNDICE

ÍNDICE	9
INTRODUCCIÓN (AL TEMA)	12
CAPÍTULO I. DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FASE DE PRODUCCIÓN EN UN PROYECTO PETROLERO	14
1.1 INTRODUCCIÓN	14
1.2 DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	14
1.2.1 Descripción del ciclo de vida de un proyecto petrolero	14
1.2.2 Fases del proyecto	15
1.2.3 Demanda energética para la fase de producción	17
1.2.4 Condiciones de generación.....	17
CAPÍTULO II. MARCO LEGAL Y GESTIÓN ADMINISTRATIVA	19
2.1 MARCO LEGAL	19
2.1.1 Marco legal nacional (ruido)	20
2.1.2 Marco legal internacional (ruido).....	24
2.2 GESTIÓN ADMINISTRATIVA	27
2.2.1 Política HSE corporativa	27
2.2.2 Enfoque a la higiene industrial.....	28
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GENERACIÓN A EVALUAR	32
3.1 PROCESO DE GENERACIÓN.....	32
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.....	33
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO.....	34
3.4 RECEPTORES.....	34
CAPÍTULO IV. ESTUDIO DEL FACTOR DE RIESGO FÍSICO RUIDO	37
4.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL SONIDO	37
4.1.1 Teoría básica del sonido.....	37
4.1.2 Ruido industrial	40
4.2 EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO SOBRE EL ORGANISMO	46
4.2.1 Evaluación higiénica del ruido	46

4.2.2	Efectos de la exposición a ruido sobre el organismo	47
4.2.3	Criterios de selección de los trabajadores en relación al ruido	48
CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL DEL RUIDO EN EL PROCESO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.....		50
5.1	IDENTIFICACIÓN DEL RUIDO	50
5.1.1	Identificación del peligro	50
5.1.2	Localización de riesgos	51
5.1.3	Encuestas a trabajadores - Ruido.....	54
5.1.4	Análisis audiométrico – Relación causa - efecto.....	57
5.2	MEDICIÓN DEL RUIDO	61
5.2.1	Planificación de actividades	61
5.2.2	Definición del universo de estudio	68
5.2.3	Mediciones en campo.....	70
5.2.4	Procesamiento de la información	75
5.2.5	Análisis de resultados.....	77
5.3	MEDIDAS DE CONTROL	80
5.3.1	Medidas de control en la fuente	82
5.3.2	Medidas de control en el medio	82
5.3.3	Medidas de control en el receptor	83
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		87
6.1	CONCLUSIONES	87
6.2	RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
ANEXOS.....		93
ANEXO 1		93
ANEXO 2.....		95
ANEXO 3.....		99
ANEXO 4.....		101

INTRODUCCIÓN

En el sector de la industria hidrocarburífera, muchas veces y, debido a la situación geográfica de los proyectos, las empresas deben generar su propia energía eléctrica para llevar adelante los procesos propios del negocio, esto implica el uso de generadores que, debido al número y a la potencia requerida, se convierten en fuentes de ruido con un alto nivel de presión sonora. Desde este punto de vista, el personal que labora en el proceso de generación eléctrica es altamente vulnerable, tanto por el tiempo como por los niveles de exposición.

El presente trabajo se lo enfoca a un proyecto que ya ha sido implementado hace algunos años, por lo tanto, se halla en pleno funcionamiento, esta situación plantea una serie de limitantes para la gestión del riesgo proveniente del ruido. El primer limitante se localiza en los equipos mismos de generación ya que estos equipos no pueden ser remplazados por otros, además, su diseño responde a estándares pre establecidos, si a esto se suma el costo elevado de los mismos, se concluye que, desde un punto de vista objetivo, la gestión en la fuente es muy limitada.

Analizada la factibilidad de gestión en la fuente, pasamos a analizar la gestión en el medio, donde, aplicando los conceptos del aislamiento acústico, se ha diseñado una estructura para encapsular los 5 generadores, sin embargo, y a pesar de estas medidas de mitigación tendientes a bajar el nivel de presión sonora, el nivel de ruido en ciertos receptores es todavía alto.

En cuanto a los receptores, en el proceso de generación eléctrica intervienen 4 puestos de trabajo: Operador Líder de Generación, Operador de Generación, Mecánico y Ayudante de Mecánico. Los turnos mensuales en el campamento son de 14/14, es decir 14 días de trabajo continuo y 14 días de descanso, los turnos diarios son de 12 horas por jornada, cada puesto de trabajo es cubierto por 2 trabajadores, uno en el turno del día y otro en el turno de la noche. En total cada puesto de trabajo es cubierto por 4 trabajadores.

Bajo estas condiciones, el objetivo del estudio es determinar, en forma objetiva, qué tipo de controles se pueden implementar en el proceso de generación eléctrica de tal forma que se precautele la salud de los receptores, tomando en consideración que, especialmente el

Mecánico y el Ayudante de mecánico, para realizar ajustes, dar mantenimiento o reparar los generadores, deben necesariamente estar muy próximos a estos equipos.

Una vez analizadas las condiciones del proyecto en cuanto a la fuente de ruido, medio y receptores, se hace una revisión de la teoría básica del ruido conceptualizado como un fenómeno físico para posteriormente relacionarlo a los efectos en el organismo, resultado del tiempo de exposición y niveles de exposición.

Una etapa posterior del desarrollo del estudio comprende la planificación de las mediciones a realizar en el campo, en esta etapa se definen el universo de estudio, el número de mediciones, el equipo a utilizar, la duración de las mediciones, estos parámetros son determinados en base a las recomendaciones o técnicas existentes para el efecto. Una vez realizadas las mediciones y ya con datos disponibles, se procesa la información y, en base de este análisis, se plantean controles en la fuente, en el medio y las medidas de control en los receptores. Finalmente, y como resultado de todo el estudio, se procede a plantear las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I. DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FASE DE PRODUCCIÓN EN UN PROYECTO PETROLERO

1.1 INTRODUCCIÓN

Los proyectos hidrocarburíferos requieren de una gran cantidad de energía eléctrica para la implementación de los procesos propios de este sector de la industria. En muchos casos, las operaciones petroleras se desarrollan en sectores aislados que no están conectados al Sistema Nacional Interconectado del Ecuador por lo que, para cubrir la demanda de energía eléctrica, las empresas deben generar su propia energía.

Para cubrir esta demanda de energía eléctrica, que es alta, las empresas recurren al uso de generadores, por lo regular unos 4 o 5 colocados en línea y que funcionan simultáneamente.

Con los antecedentes expuestos, es fácil concluir que el personal que labora en este sector de la industria y de manera particular, aquel que está vinculado al proceso de generación eléctrica, está sujeto a tiempos prolongados de exposición y a altos niveles de ruido.

1.2 DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.2.1 Descripción del ciclo de vida de un proyecto petrolero

En el ámbito de los proyectos hidrocarburíferos, se pueden categorizar a los proyectos en tres clases: proyectos estratégicos, proyectos significativos y proyectos rutinarios,

clasificación que está básicamente determinada por los niveles de inversión y tecnología requerida para su implementación y desarrollo. Cada uno de estos tipos de proyectos hidrocarburíferos responde a un ciclo de vida determinados por los denominados macro procesos.

El ciclo de vida de un proyecto petrolero está definido por los procesos relacionados al petróleo, desde el proceso de exploración hasta su distribución y uso. Este ciclo de vida puede ser dividido en dos etapas: “upstream” y “downstream”. La primera etapa comprende los macro procesos de exploración, desarrollo y producción, en tanto que en la segunda tenemos los procesos de transporte, refinamiento, distribución y uso.

En el macro proceso de exploración se persigue como objetivo final determinar la localización de las reservas y definir si estas son rentables. Si los resultados son negativos se procede a abandonar el proyecto, si el proyecto es rentable se pasa al segundo macro proceso que es de Desarrollo en el cual se implementan todas las facilidades que permitan la explotación de las reservas. En el macro proceso de Operaciones se inicia propiamente la producción de petróleo.

Si bien estos macro procesos están claramente definidos, es importante señalar que existe una etapa de transición de uno a otro, lo que determina que la fase final del macro proceso anterior se traslape con la fase inicial del macro proceso siguiente, existiendo una interacción entre ellas.

1.2.2 Fases del proyecto

Dentro de cada uno de los macro procesos, definidos en el punto anterior, existen fases específicas. El proceso de Exploración se inicia con una fase de Evaluación de las oportunidades que presenta el proyecto desde una perspectiva técnico - económica. A continuación se tiene la fase de exploración pre-perforación que permite implementar un programa operacional orientado a detallar la perspectiva y evaluar cómo proceder en la

fase de perforación, finalmente se tiene la fase de perforación y evaluación de resultados post-perforación.

Una vez que se ha determinado que el proyecto es rentable, el macro proceso de Desarrollo arranca con la fase denominada de Selección del concepto, es decir, es una fase de pre factibilidad donde se generan o plantean varias alternativas y se selecciona una basada en conceptos técnicos, económicos y de evaluación de los riesgos. Luego tenemos una fase de definición de la alternativa seleccionada, es decir una fase de factibilidad donde como resultado final se genera un Plan de Ejecución de todas las instalaciones que requiere el proyecto el mismo que se lleva a efecto en la siguiente fase que es la de Ejecución. En la fase de Ejecución se instalan y construyen todas las facilidades del proyecto de tal forma que quede listo para una total operación. A continuación se tiene una fase de puesta en marcha o arranque donde se prueba que todos los procesos de producción funcionan adecuadamente, de lo contrario se hacen los ajustes finales necesarios para pasar al siguiente macro proceso de Operación.

El macro proceso de Operación se inicia con la entrega-recepción de todas las instalaciones que fueron construidas en el macro proceso anterior, se inicia el proceso de producción el cual arranca con una primera fase de producción inicial en la cual se fijan niveles de producción, se solucionan los problemas en base a estudios de las áreas a ser intervenidas, se realizan ajustes de diseño, etc. finalmente se emite un informe de cierre. A continuación se pasa a la fase de Corrida de producción donde los procesos productivos se llevan adelante de una forma sistemática, sin descartar la necesidad de hacer evaluaciones de producción, ajustes técnicos menores, ajuste menores de diseño, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad industrial y de la salud ocupacional, es importante señalar que en cada una de las fases que conforman los macro procesos, se elaboran una serie de estudios y análisis que permiten gestionar los temas de salud ocupacional, seguridad industrial y ambiente. Entre otros documentos de gestión se tienen: Evaluaciones de riesgos para la salud, evaluación de impactos en la salud, Planes para la gestión de la seguridad, salud y ambiente, etc., estos documentos se los actualiza acorde el proyecto

avanza en su implementación y a medida de que se dispone de mayor información sobre las actividades y procesos propios de cada fase.

1.2.3 Demanda energética para la fase de producción

El presente estudio se centra sobre la base de la demanda de energía eléctrica que se requiere para la implementación de los procesos propios del macro proceso de Operaciones, esto es, producción, transporte, almacenamiento y entrega, así como la energía eléctrica requerida por los procesos de apoyo, es decir, procesos administrativos, logísticos, etc.

La demanda diaria total de energía eléctrica para cubrir los procesos arriba descritos se ha determinado que es de 24 Mw.

1.2.4 Condiciones de generación

Como condición particular se debe señalar que, debido a la situación geográfica, la empresa en estudio no puede acceder al Sistema Nacional Interconectado por lo que debe generar su propia energía eléctrica.

La energía eléctrica diaria requerida se genera a través de cinco generadores Wartsila, cada uno de los cuales genera 4,5 Mw. Para llevar adelante el proceso de generación eléctrica, se requiere, además de la maquinaria, de la intervención directa del recurso humano, el mismo que, en mayor o menor grado está expuesto a ruido. Las posiciones de trabajo directamente relacionadas a este proceso son: Operador Líder de Generación; Operador de Campo de Generación; Técnico Mecánico de Generación y Ayudante Mecánico de Generación.

El Operador Líder de Generación cumple sus funciones básicamente en un ambiente cerrado denominado Oficina de Control de Generación Eléctrica (Power Control Room), entre sus principales funciones y actividades están: Generar permisos de trabajo; coordinación de arranque de equipos (despacho de carga); elaboración de Work Orders; monitoreo de parámetros de funcionamiento de las máquinas; monitoreo de los parámetros de generación y transmisión, además, supervisión del Operador de Campo de Generación.

El Operador de Campo de Generación cumple sus funciones básicamente en el patio o junto a los generadores y entre sus principales funciones están: control de parámetros de funcionamiento de las máquinas (presiones, temperaturas, etc.); control de combustible, apertura y cierre de drenajes; limpieza de los generadores; acompaña al personal de mantenimiento en la liberación de equipos y en la prueba de equipos, etc.

Los Mecánicos de Generadores tienen dos posiciones: Los mecánicos de generación y los ayudantes de mecánicos. Son las personas que deben garantizar el buen funcionamiento de los generadores, y entre sus principales funciones están las de planificar programas de mantenimiento predictivo, correctivo y preventivo.

En las locaciones de campo de los proyectos petroleros se labora ininterrumpidamente las 24 horas del día en turnos de 12 horas por cada grupo de trabajo, esta situación hace que el personal esté expuesto de forma prolongada a los diferentes factores de riesgo asociados a los procesos y actividades propios de sus puestos de trabajo.

En el caso particular del personal que labora en el proceso de generación eléctrica, dependiendo de las actividades vinculadas a las responsabilidades de cada posición, esta situación se torna crítica, desde el punto de vista de la higiene industrial, tanto por los altos niveles de exposición como por el tiempo de exposición a ruido.

CAPÍTULO II. MARCO LEGAL Y GESTIÓN ADMINISTRATIVA

2.1 MARCO LEGAL

El marco legal que regula las actividades de la Seguridad y Salud Ocupacional es amplio y está conformado por un conjunto de leyes que, dentro del marco jurídico, tienen su prelación lo cual responde a su jerarquización.

El conocimiento de la jerarquización de las leyes es de fundamental importancia para la gestión de riesgos.

La jerarquía del marco legal se indica a continuación:

- Constitución de la República del Ecuador
- Convenios o tratados internacionales, ratificados por el estado
- Leyes Orgánicas/Leyes ordinarias dictadas por la Asamblea Constituyente
- Decretos-reglamentos dictados por el ejecutivo
- Acuerdos ministeriales/Resoluciones y normas dictadas por los órganos de la función ejecutiva

2.1.1 Marco legal nacional (ruido)

El marco legal que se indica a continuación está enfocado a la aplicabilidad de las leyes en lo que se refiere a la Seguridad y Salud Ocupacional y dentro de esta temática, un enfoque particular a ruido.

CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008

Sección tercera

Artículo 11

1. El estado de salud de los trabajadores expuestos o que puedan estar expuestos a los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo deberá ser objeto de vigilancia, a intervalos apropiados, según las modalidades y en las circunstancias que fije la autoridad competente. Esta vigilancia deberá comprender un examen médico previo al empleo y exámenes periódicos, según determine la autoridad competente.

Artículo 13

Todas las personas interesadas:

- a) deberán ser apropiada y suficientemente informadas acerca de los riesgos profesionales que pueden originarse en el lugar de trabajo debido a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones;
- b) deberán recibir instrucciones suficientes y apropiadas en cuanto a los medios disponibles para prevenir y limitar tales riesgos, y protegerse contra los mismos.

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.

Nombre: REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

3. Clase: Decreto Ejecutivo No. 2393

4. Fuente: Registro Oficial No. 565

5. Fecha: 17-NOV-1986

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.

Art. 55, Ruido y Vibraciones

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

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

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

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

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:

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

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.

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:

Número de impulsos o impactos por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1.000	130
5.000	125
10.000	120

REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO

RESOLUCIÓN No. C.D. 390

CAPÍTULO III

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD

EN LOS CENTROS DE TRABAJO – OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES

Artículo 14.- Los empleadores serán responsables de que los trabajadores se sometan a los exámenes médicos de pre empleo, periódicos y de retiro, acorde con los riesgos a que están expuestos en sus labores. Tales exámenes serán practicados, preferentemente, por médicos especialistas en salud ocupacional y no implicarán ningún costo para los trabajadores y, en la medida de lo posible, se realizarán durante la jornada de trabajo.

2.1.2 Marco legal internacional (ruido)

C148 CONVENIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (CONTAMINACIÓN DEL AIRE, RUIDO Y VIBRACIONES), 1977

PUBLICADO EN REGISTRO OFICIAL No. 654

FECHA: 22 DE AGOSTO 1998

Convenio sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo (Nota: Fecha de entrada en vigor: 11:07:1979.)

Lugar: Ginebra

Fecha de adopción: 20:06:1977

Sesión de la Conferencia: 63

Sujeto: **Seguridad y salud en el trabajo**

Artículo 7

1. Deberá obligarse a los trabajadores a que observen las consignas de seguridad destinadas a prevenir y limitar los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo, y a asegurar la protección contra dichos riesgos.

Artículo 10

Cuando las medidas adoptadas en virtud del artículo 9 no reduzcan la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo a los límites especificados en virtud del artículo 8, el empleador deberá proporcionar y conservar en buen estado el equipo de protección personal apropiado. El empleador no deberá obligar a un trabajador a trabajar sin el equipo de protección personal proporcionado en virtud del presente artículo.

Artículo 11

1. El estado de salud de los trabajadores expuestos o que puedan estar expuestos a los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo deberá ser objeto de vigilancia, a intervalos apropiados, según las modalidades y en las circunstancias que fije la autoridad competente. Esta vigilancia deberá comprender un examen médico previo al empleo y exámenes periódicos, según determine la autoridad competente.

Artículo 13

Todas las personas interesadas:

- a) deberán ser apropiada y suficientemente informadas acerca de los riesgos profesionales que pueden originarse en el lugar de trabajo debido a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones;
- b) deberán recibir instrucciones suficientes y apropiadas en cuanto a los medios disponibles para prevenir y limitar tales riesgos, y protegerse contra los mismos.

Otros convenios de los cuales la República del Ecuador es signatario:

C187 - Convenio sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo, 2006 (núm. 187)

Convenio sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo (Entrada en vigor: 20 febrero 2009) Adopción: Ginebra, 95ª reunión CIT (15 junio 2006) - Estatus: Instrumento actualizado (Convenios Técnicos).

C155 - Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981 (núm. 155)

DECISIÓN 584

ACUERDO DE CARTAGENA

Sustitución de la Decisión 547, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

CAPÍTULO IV

DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Artículo 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar.

Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Artículo 19.- Los trabajadores tienen derecho a estar informados sobre los riesgos laborales vinculados a las actividades que realizan.

Artículo 23.- Los trabajadores tienen derecho a la información y formación continua en materia de prevención y protección de la salud en el trabajo.

RESOLUCIÓN 957

Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Artículo 4.- El Servicio de Salud en el Trabajo tendrá un carácter esencialmente preventivo y podrá conformarse de manera multidisciplinaria. Brindará asesoría al empleador, a los trabajadores y a sus representantes en la empresa en los siguientes rubros:

- a) Establecimiento y conservación de un medio ambiente de trabajo digno, seguro y sano que favorezca la capacidad física, mental y social de los trabajadores temporales y permanentes;
- b) Adaptación del trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud físico y mental.

2.2 GESTIÓN ADMINISTRATIVA

2.2.1 Política HSE corporativa

Las empresas u organizaciones definen su Política corporativa para la gestión de la seguridad, salud y ambiente, lo que se denomina Política HSE. Es a través de este documento que la organización define el alcance de su compromiso de gestión, para lo cual, entre otros factores, debe considerar los requerimientos legales laborales y ambientales, la naturaleza de la organización, los procesos o actividades propios o asociados a su razón de ser, la tecnología disponible y los recursos con que cuenta.

Para la gestión de riesgos en general y de manera particular para la implementación de los programas de prevención con enfoque a la higiene industrial, las empresas deben fundamentar su gestión en tres niveles de gestión: La Alta Dirección compuesta por los niveles jerárquicos más altos dentro de la organización. La alta dirección tiene como papel fundamental tomar las decisiones estratégicas y el aseguramiento de los recursos, además, deben estar y demostrar un claro compromiso y directa participación en la gestión de los riesgos. El siguiente nivel es el equipo de técnicos, su rol fundamental es de asesorar al interior de la organización, a través de lineamientos técnicos, implementación de planes y programas orientados a la prevención, definir programas de capacitación, programas de monitoreo, evaluación de resultados, planteamiento de controles, etc. El tercer actor son los trabajadores, estos tienen un rol protagónico en la gestión de los riesgos, a ellos van orientados los programas de capacitación que a su vez inciden en el desarrollo de la percepción del riesgo, lo que conllevará a la concienciación, tratándose en última instancia de crear una cultura de seguridad.

Todas las empresas y en particular aquellas que desarrollan sus actividades clasificadas como de alto riesgo, requieren de la implementación de un sistema de gestión como una herramienta que les permita el cumplimiento de su Política de Salud, Seguridad y Ambiente (Política HSE) de la cual derivan los Objetivos estratégicos HSE de la organización.

Para la implementación de estos sistemas, las empresas desarrollan internamente un instrumento regulatorio el cual define la categoría o niveles de jerarquía de los documentos internos de la organización, área de aplicación, procesos de autorización, estructura, difusión, etc.

La estructura jerárquica de la documentación que conforma el sistema de gestión integrado, definida por la organización responde a la siguiente estructura:

- Política
- Lineamientos del sistema de gestión
- Procedimientos
- Instrucciones operativas

La generación de cada uno de estos documentos responden a un proceso que en líneas generales está dado por: preparación, revisión, aprobación, ingreso al sistema, distribución y difusión.

2.2.2 Enfoque a la higiene industrial

La Higiene industrial tiene varias acepciones, de acuerdo a la Asociación Americana de Higiene Industrial ha definido a esta especialidad como “la ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos valores y entidades ambientales originados en o por el lugar de trabajo que pueden causar enfermedad, menoscabo de la salud y bienestar o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad”.

El objetivo fundamental de la Higiene Industrial es crear un ambiente laboral seguro para el trabajador a través de la prevención técnica de las enfermedades profesionales originadas

en los procesos que se desarrollan en el lugar de trabajo. Como una premisa fundamental es importante considerar que el control de los riesgos y los factores que los determinan, sean considerados en la fase de diseño del proyecto, sin embargo hay circunstancias que impiden la gestión en esta fase por lo que se pasará a gestionarlos en el medio, es decir en el entorno que los trasmite y, de igual forma, de no ser posible dadas las condiciones del proceso, como último recurso se implementarán los controles en el receptor.

Para el cumplimiento del programa de Higiene Industrial, las empresas u organizaciones deben contar con un técnico en Seguridad y Salud Ocupacional o, en lo posible, con un higienista industrial quien entre otras funciones deberá:

- Identificar todos los factores asociados a la higiene industrial en el sitio o puestos de trabajo y proceder a una evaluación de ellos.
- Desarrollar e implementar un programa de Higiene Industrial.
- Desarrollar un programa de monitoreo para cada uno de los factores incidentes identificados.
- Identificar y evaluar el equipo apropiado para implementar el Plan de Monitoreo.
- Asegurar que el equipo que se utilizará en el monitoreo del plan de Higiene Industrial sea adecuado, esté disponible, tenga los certificados que lo validen, estar familiarizado con las instrucciones operativas y métodos de uso.
- Asegurar que el equipo esté calibrado, preferentemente por un laboratorio externo certificado.
- Mantener, en base de un sistema de control documentado, los resultados del monitoreo.
- Analizar los resultados. Comparar los resultados obtenidos con los límites de exposición.
- Reportar a los niveles gerenciales los resultados obtenidos del monitoreo de Higiene Industrial. Este reporte debe contener de forma clara y concisa las evidencias de que todos los peligros relacionados a la higiene industrial fueron identificados, evaluados y que se establecieron las medidas apropiadas de control.

Adicional, debe recomendar acciones para cuando se detecten factores que sobrepasan los límites permisibles.

- Asegurar la implementación de un programa de controles operativos.
- Coordinar el flujo de información con la alta gerencia de la organización de tal forma que la gestión de los riesgos para la salud, en lo pertinente a la Higiene Industrial, sean parte de un sistema de gestión integrado.
- Revisar y actualizar periódicamente el análisis de riesgos relacionados a la higiene industrial.
- Realizar estadísticas de las tendencias sobre la base del tiempo, lugar de trabajo y tareas específicas.

Este estudio se enfoca de manera particular al ruido, que es uno de los factores de riesgo físico, por lo que el siguiente programa que se expone tiene como alcance la exposición al ruido en el sitio de trabajo específico donde se desarrollan los procesos de generación eléctrica.

Previo al diseño de un programa de control del ruido se deberá tener en consideración los siguientes aspectos:

- Los niveles de ruido en el sitio de trabajo deberán estar descritos adecuadamente.
- Las fuentes de ruido donde los valores medidos exceden los OELs deberán ser identificados y caracterizados.
- Las medidas de control implementadas en el sitio para minimizar los niveles de ruido de tal forma que se proteja a los trabajadores de exposiciones adversas.
- Identificación de áreas donde los niveles de ruido sobrepasan los 85 dB(A).
- Uso de señalética en los sitios donde los niveles de ruido exceden los límites permisibles.
- Programa de exámenes médicos considerando la realización de audiometrías para el personal expuesto a niveles altos de ruido.

- Programas de monitoreo permanente de ruido en los sitio de trabajo, para lo cual se utilizarán aparatos (dosímetros, sonómetros), que cumplan las especificaciones técnicas.

En base a los resultados obtenidos en el monitoreo de ruido ocupacional, se procederá a su análisis y evaluación, lo que finalmente nos permitirá implementar las medidas de control.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GENERACIÓN A EVALUAR

3.1 PROCESO DE GENERACIÓN

El equipo utilizado para la generación eléctrica está compuesto por 5 motores de marca Wartsila acoplados a generadores ABB de 6.6MVA de potencia y a un voltaje de 13.8KV, que en condiciones regulares de trabajo generan 4.8Mw máximo c/u; esta generación eléctrica se la utilizaba para alimentar a todas las cargas que contemplaban el proyecto y particularmente a los equipos de sustracción de crudo (bombas electro sumergibles de los pozos), las bombas de transporte del crudo procesado (Shiping pumps) y para las bombas de inyección de agua (WIP's) que son las mayores cargas del sistema. El modelo de generación, debido a la ubicación geográfica del proyecto, es tipo Isla, o sea, no está integrado-conectado a ninguna red eléctrica pública o privada y por tanto auto abastece la demanda. El sitio de instalación de los generadores y sus equipos auxiliares para tratamiento del crudo antes de ser utilizado para su combustión, es en el campamento principal denominado Central de Procesos, pero las cargas principales (BES Bombas electro sumergibles) de los pozos, bombas de inyección de agua WIP's y bombas para el envío del crudo (denominadas Flowline pumps) están ubicadas a 42 Km de la plataforma; por lo tanto el sistema eléctrico utiliza una línea de transmisión desde la central de procesos a la plataforma. Como se mencionó anteriormente, la generación es a 13.8 kv y para su transmisión a la plataforma se lo eleva a un nivel de 34.5 Kv mediante una subestación que utiliza 3 transformadores principales elevadores (13.8-35.4kv) y de potencia: 5MVA (sin ventilación forzada, sólo al ambiente) ò 6.25 MVA (con ventiladores) y en la plataforma este nivel de voltaje se lo baja por medio de una subestación reductora al nivel de 4.16 Kv para su utilización, esta subestación está integrada por 3 transformadores principales con un Regulador Automático de Tap para

lograr una corrección automática del voltaje debido a la caída de voltaje que provoca el incremento de cargas en el sistema, dichos transformadores son de capacidad 5MVA (sin ventilación forzada) ò 6.25MVA (con ventiladores) a un voltaje de 34.5 a 4.16 Kv. Los planes de expansión y crecimiento de la empresa hicieron que se construya una plataforma adicional, la misma que está aproximadamente a 5 Km de la plataforma, la línea de transmisión que los une es a 34.5 Kv y en esa locación se tiene así mismo una subestación reductora a 4.16 Kv. Así mismo, debido a los planes de expansión y también debido al incremento del corte de agua del crudo extraído ha hecho que se tenga que instalar varias bombas WIP's para re-inyectar el agua, separada del crudo, nuevamente en la formación; lo cual significa que ha habido un incremento significativo de las cargas a bastecer con lo que llegamos al límite de nuestra capacidad de generación instalada, también se realizó la instalación de una nueva línea de transmisión (al mismo voltaje de 34.5kv) desde el Centro de procesamiento a la plataforma, la configuración topológica hace que en la actualidad las dos líneas de transmisión funciones en anillo con lo que se logra mayor fiabilidad del sistema eléctrico de potencia.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

Motores de combustión interna marca Wartsila, son de origen Finlandés, utilizan crude-oil como combustible principal pero también utilizan diesel para labores de mantenimiento o como combustible auxiliar que se lo utiliza muy ocasionalmente debido a su elevado costo. Los 5 motores son del modelo Vassa V-X (número de cilindros). Estos motores utilizan aire comprimido para su arranque con compresores de aire y "pulmones" (tanques de presión para almacenar el aire comprimido) para esta función. El crude-oil que requieren para funcionar es tratado, filtrado y calentado para que ingrese a la máquina en condiciones establecidas (incluyendo su viscosidad), para ello la Planta de Generación tiene las Separadoras de Crudo, tanques de almacenamiento del crudo tratado y bombas para la alimentación del mismo a cada máquina. Además, como toda máquina, estos motores tienen un sistema de lubricación y refrigeración por aceite, para lo cual cada máquina tiene su propia separadora de aceite misma que filtra y mantiene el aceite en condiciones óptimas. Cada máquina tiene su propio sistema de enfriamiento de por agua, con un tanque común para las 5 máquinas. El sistema de arranque de estas máquinas establece

que, para ponerlos en funcionamiento se requiere de un mínimo de equipos específicos como por ejemplo bomba de lubricación, bomba de alimentación de combustible, sistema de aire de arranque, sistema de agua de enfriamiento (para el black start), dichos equipos son alimentados desde un MCC (Motor Control Center) especial denominado "Essential" que es alimentado desde un generador de emergencia de 480v - 750kw.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO

Se han construido varias infraestructuras con el objeto de atenuar o disminuir el nivel de presión sonora y de esta forma mitigar su afectación, una de esas y posiblemente la más importante es un "enclosur" o estructura dentro de la cual están los 5 generadores, La estructura del edificio (columnas, vigas, bastidores, tirantes, etc.) es metálica, el piso es de hormigón, las paredes están constituidas por dos láminas de aluminio, una exterior y otra interior, de 2mm de espesor y en su interior hay paneles de fibra de vidrio de 4 cm. de grosor; el techo es formado por láminas de aluminio.

La edificación donde laboran los Operadores Líderes de Generación está a 30 m. de distancia, se denomina Oficina de Control de Generación Eléctrica (Power Control Room), la estructura es metálica y tanto el piso como las paredes y el cielo raso falso están constituidas por paneles de material sintético similar al yeso de unos 8 cm de grosor, el techo es de láminas de aluminio de unos 2 mm de espesor.

El taller de mantenimiento está ubicado a 30 m. del edificio de generadores y los materiales de la estructura son de similares características a las del Power Control Room.

3.4 RECEPTORES

Para llevar adelante el proceso de generación eléctrica, se requiere, además de la maquinaria, de la intervención directa del recurso humano, el mismo que, en mayor o menor grado está expuesto a ruido. Las posiciones de trabajo directamente relacionadas a

este proceso son: Operador Líder de Generación; Operador de Campo de Generación, Técnico Mecánico de Generación y Ayudante Mecánico de Generación.

El Operador Líder de Generación cumple sus funciones básicamente en un ambiente cerrado denominado Oficina de Control de Generación Eléctrica (Power Control Room), entre sus principales funciones y actividades están: Generar permisos de trabajo: coordinación de arranque de equipos (despacho de carga); elaboración de Work Orders; monitoreo de parámetros de funcionamiento de las máquinas; monitoreo de los parámetros de generación y transmisión, además, supervisión del Operador de Campo de Generación.

El Operador de Campo de Generación cumple sus funciones básicamente en el patio o junto a los generadores y entre sus principales funciones están: control de parámetros de funcionamiento de las máquinas (presiones, temperaturas, etc.); control de combustible, apertura y cierre de drenajes; limpieza de los generadores; acompaña al personal de mantenimiento en la liberación de equipos y en la prueba de equipos, etc.

El mantenimiento de los equipos de generación está a cargo de los Mecánicos de Generación. El Técnico Mecánico de Generación y el Ayudante Mecánico de Generación son las personas que deben garantizar el buen funcionamiento de los generadores, y entre sus principales funciones están las de planificar programas de mantenimiento predictivo, correctivo y preventivo.

En las locaciones de campo de los proyectos petroleros se labora ininterrumpidamente las 24 horas del día en turnos de 12 horas por cada grupo de trabajo, esta situación hace que el personal esté expuesto de forma prolongada a los diferentes factores de riesgo asociados a los procesos y actividades propios de sus puestos de trabajo.

En el caso particular del personal que labora en el proceso de generación eléctrica, dependiendo de las actividades vinculadas a cada puesto de trabajo, si bien nominalmente

se laboran 12 horas, el tiempo real efectivo de exposición es de 8 horas, sin embargo, desde el punto de vista de la higiene industrial y debido a los altos niveles de exposición a ruido, la situación amerita un estudio minucioso.

CAPÍTULO IV. ESTUDIO DEL FACTOR DE RIESGO FÍSICO RUIDO

4.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL SONIDO

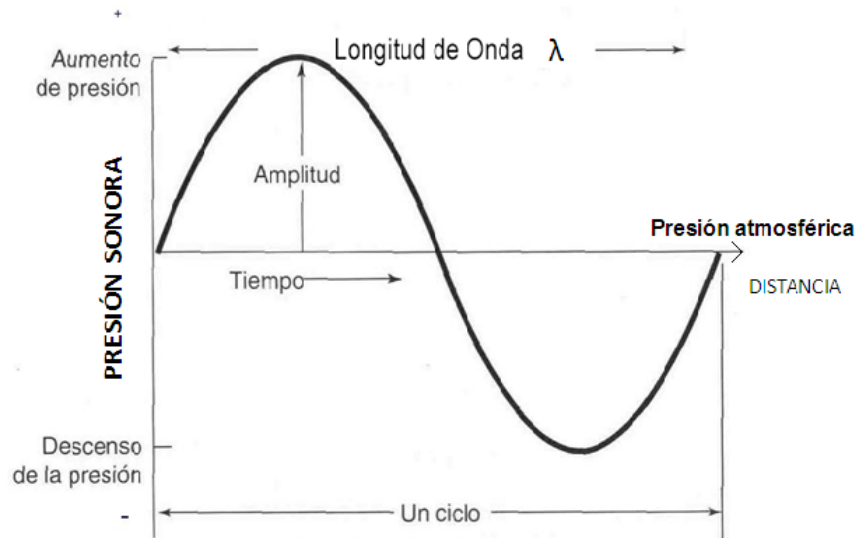
4.1.1 Teoría básica del sonido

Es importante establecer la diferencia entre sonido y ruido. De las muchas definiciones de sonido, se escogen dos que se indican a continuación.

“Sonido es el producido por una serie de variaciones de presión en forma de vibraciones que se propagan en lo sólidos, los líquidos y los gases.”^{6N}

“Se define al sonido como cualquier variación de presión, sobre la presión atmosférica, que el oído humano puede detectar.”^{8N}

Para comprender el fenómeno del sonido, tomaremos como punto de partida el movimiento ondulatorio armónico simple de tipo sinusoidal.



Para su estudio es importante conocer ciertos conceptos relacionados.

Frecuencia. (f). - Número de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal ocurrida en el tiempo de un segundo. Su unidad es el Hertzio [Hz].^{4N}

Periodo (T).- Es el tiempo transcurrido en completar un ciclo.^{4N}

$$T = 1/f$$

Elongación (x).- Es el desplazamiento del punto en vibración respecto de su posición de equilibrio. Cuando la elongación es máxima se denomina amplitud (A).^{4N}

Longitud de onda. (λ)- La distancia que recorre una onda sonora en el tiempo de un periodo, depende de la velocidad de propagación (C) y del periodo o la frecuencia...^{8N}

$$\lambda = C.T = C/f$$

C = velocidad de propagación

La velocidad de propagación depende de las condiciones ambientales (presión y temperatura) y fundamentalmente del medio donde se propaga, llamado “campo acústico”.^{8N}

La velocidad de propagación en el aire es de 340 m/s.

Campo acústico libre.- Aquel donde el sonido se propaga libremente sin ningún tipo de reflexión.^{4N}

Cualidades del sonido

Son tres las cualidades que definen al sonido:

Intensidad.- Es la cantidad de energía que en la unidad de tiempo atraviesa una unidad de superficie situada perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas sonoras.^{6N}

Tono.- Es una cualidad del sonido mediante la cual distinguimos los sonidos en graves y agudos, en forma que; la sensación sonora aguda procede de sonidos producidos por focos sonoros que vibran a frecuencias elevadas.^{4N}

Timbre.- Cualidad mediante la cual podemos distinguir dos sonidos de igual intensidad e idéntico tono que han sido emitidos por focos sonoros diferentes.^{4N}

4.1.2 Ruido industrial

4.1.2.1 Características del ruido

Para establecer los controles de ruido, es importante conocer las características del ruido, las cuales están definidas por: potencia acústica, presión acústica e Intensidad acústica.

Potencia acústica: La cantidad de energía acústica que emite un foco en la unidad de tiempo. Se expresa en vatio [W].^{8N}

Presión acústica: Cantidad de energía acústica por unidad de superficie [N/m²].^{8N}

El umbral auditivo de una persona normal va de 20 N/m² y $2 \cdot 10^{-5}$ [N/m²].^{8N}

El umbral de dolor se presenta cuando la presión acústica supera los 100 N/m² y puede ocurrir la presencia de daños o lesiones irreversibles.

Intensidad acústica: Cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo. Se expresa en W/m².^{8N}

El umbral auditivo en términos de intensidades es de 10^{-12} W/m². Mientras que el umbral de dolor es de 25 W/m².^{8N}

4.1.2.2 Niveles de presión sonora o acústica

Dado que no es factible representar las medidas acústicas en escala lineal, es posible representar estas medidas acústicas en escala logarítmica a través de la adopción del decibelio. El decibelio [dB] es una unidad adimensional que relaciona el logaritmo de una cantidad medida con otra que se toma como referencia.

Las cantidades de referencia adoptadas corresponden a la de los umbrales auditivos, es decir, para la presión acústica es $2 \cdot 10^{-5}$ N/m²; para la potencia acústica se toma 10^{-12} W y para la intensidad acústica 10^{-12} W/m².

Aplicando los conceptos arriba descritos se tiene:

Nivel de presión acústica = $10 \cdot \log (P/P_0)^2 = 20 \log P/P_0$ [dB]; donde: $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ [N/m²]

Nivel de potencia acústica = $10 \log P_w/P_{w0}$ [dB]; donde: $P_{w0} = 10^{-12}$ [W]

Nivel de intensidad acústica = $10 \log I/I_0$ [dB]; donde: $I_0 = 10^{-12}$ [W/m²]

La legislación ecuatoriana, a través del “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo” estipula los niveles de presión sonora al que puede estar sometido un trabajador, dependiendo del tiempo de exposición:

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

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

A continuación se presenta un cuadro donde se indican las diferentes actividades humanas, los niveles acústicos en decibels y la sensación subjetiva que producen.^{8N}

NPA (dB)	Actividad	Sensación
140	Despegue del Avión.	Intolerable.
120	Sala de máquinas del buque.	
100	Prensas automáticas.	Muy ruidoso.
80	Tráfico pesado.	Ruidoso.
60	Restaurante.	
40	Zona residencial nocturna.	Poco ruidoso.
20	Estudio radio o TV.	Silencioso.
0	Umbral de audición.	

Los ruido comprendidos entre 40 y 60 dB resultan soportables, entre 65 y 80 dB son fatigosos, entre 80 y 115 dB pueden producir sordera y superiores a 120 dB resultan insoportables.^{8N}

4.1.2.3 Espectros de frecuencia

El sonido es captado por el oído del ser humano cuando las frecuencias oscilan entre 20 y 20.000 Hz.

Para efectos prácticos se divide el campo de audición en bandas de octava, media octava y tercio de octava. La más utilizada es la banda de octavas.

Octava es el intervalo de frecuencia comprendida entre una determinada y otra igual al doble de la anterior.^{6N}

Las frecuencias para la banda de octava son: 31,5; 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz. que son las frecuencias medias o centrales de la banda y que están dadas por:

$$f_2 = 2 \cdot f_1$$

$$f_c = \sqrt{f_1 \times f_2}$$

La utilización de filtros en la medición del sonido o ruido permite eliminar las frecuencias que están por encima o debajo de los límites del filtro y únicamente permiten el paso de las frecuencias para las que el filtro está diseñado. La banda de frecuencia que atraviesa el filtro se denomina banda de paso.

El ancho de banda está dado por la expresión: $f_1 - f_2$

Distribución de frecuencias en bandas de octava^{4N}

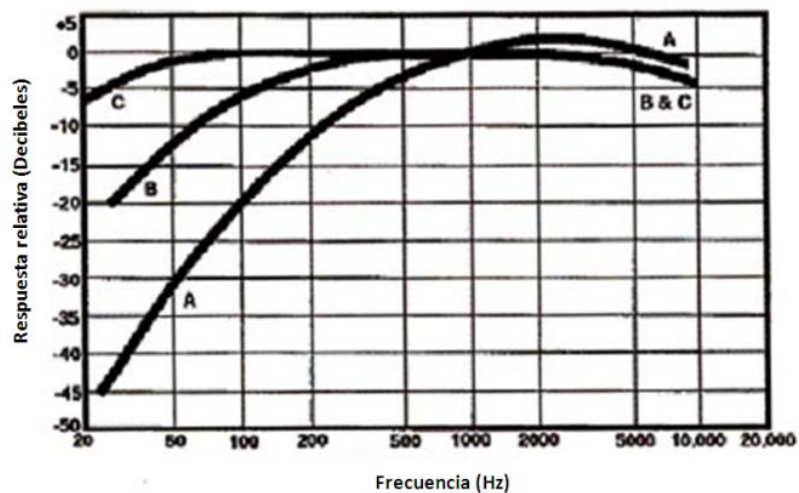
FRECUENCIA INFERIOR (Hz)	FRECUENCIA CENTRAL (Hz)	FRECUENCIA SUPERIOR (Hz)
22	31,5	44
44	63	88
88	125	177
177	250	355
355	500	710
710	1.000	1.420
1.420	2.000	2.840
2.840	4.000	5.680
5.680	8.000	11.360

Para aproximar la respuesta de los aparatos de medición del nivel de presión sonora a la del oído humano, se han introducido filtros de corrección o atenuación lo que ha dado como resultado que se tengan cuatro escalas de ponderación: A, B, C, y D.

De estas cuatro escalas de ponderación, la escala A es la que más se utiliza para mediciones de nivel de presión sonora relacionada con el ser humano ya que es la que más se asemeja a la respuesta del oído ante la presencia de niveles de presión sonora bajos a distintas frecuencias.

En el gráfico adjunto se puede observar las atenuaciones (respuesta relativa en dB), ante diferentes Niveles de presión sonora y a distintas frecuencias.

Escalas de ponderación



En la tabla adjunta se observan las atenuaciones de cada escala (A, B, C), s diferentes frecuencias:

Atenuaciones de cada escala^{4N}

Frecuencias Hz	Escalas		
	A	B	C
31,5	-39	-17	-3
63	-26	-9	-1
125	-16	-4	0
250	-9	-1	0
500	-3	0	0
1.000	0	0	0
2.000	+1	0	0
4.000	+1	-1	-1
8.000	-1	-3	-3

4.1.2.4 Instrumentos de medición

Dependiendo del tipo de ruido, así como de los datos que se desean obtener se seleccionará el equipo o instrumento de medición.

Desde el punto de vista de la higiene industrial, es importante conocer el nivel de presión sonora y el espectro de frecuencia al que está expuesto el trabajador.

Entre los equipos de medición más utilizados tenemos el sonómetro y los dosímetros.

Sonómetro.- Mide de forma directa el nivel de presión sonora en dB de un fenómeno acústico., tiene incorporados las tres escalas de atenuación A, B y C, de estas tres escalas de atenuación, la escala A es la que generalmente se utiliza para la medición de niveles de presión acústica o sonora, siendo esta norma aceptada por todos los organismos competentes en Higiene Industrial.^{4N}

Los sonómetros se clasifican en convencionales e integradores, estos dos tipos de sonómetros promedian los niveles de presión sonora, lo que los hace diferentes son los procesos de promediación.

Dosímetro.- Es un monitoreo de exposición que acumula el ruido constantemente, usando un micrófono y circuitos similares a los medidores de presión sonora. El dosímetro permite leer directamente la dosis acumulada en el tiempo de funcionamiento. Los datos que proporcionan son el nivel sonoro equivalente tanto para el periodo de seleccionado como para el día directamente son el LAeq T y el LAeq d.

El dosímetro utilizado en el presente trabajo es el Cirrus CR: 110A con su respectivos lector RC: 110A y el sonómetro corresponde al modelo Cirrus CR 162C y su respectivo calibrador CR 514. De acuerdo a las instrucciones del fabricante y con la finalidad de asegurar la exactitud de las mediciones, tanto los dosímetros como los sonómetros deben calibrarse antes y después de cada uso.

4.2 EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO SOBRE EL ORGANISMO

4.2.1 Evaluación higiénica del ruido

Son dos los objetivos fundamentales que se persiguen con la evaluación higiénica del ruido:

- Evaluar el riesgo de exposición al ruido en un puesto de trabajo.
- Implementar medidas de control sobre la base del conocimiento de las características del ruido.

Primeramente es importante considerar que, acorde al marco legal nacional, es el empleador el responsable de realizar la evaluación higiénica del ruido. Acorde al D.E. 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de trabajo, sin embargo, es importante considerar que también se deben efectuar mediciones cuando existen cambios significativos en los procesos, en los equipos o fuentes de ruido, cuando se crean nuevos puestos de trabajo, cuando se sospecha que hay

afectaciones a la salud, etc. Para implementar este control, se debe contar con los recursos humanos, técnicos, tecnológicos, know how, etc. necesarios para realizar las mediciones, análisis, evaluaciones y establecimiento de las medidas de control tendientes a crear un ambiente laboral seguro para los trabajadores.

El proceso se inicia con la identificación de las áreas y puestos de trabajo en los que se considera que el nivel de ruido es tal que puede afectar la salud de los trabajadores, para esto, se toma como datos de entrada: número de trabajadores expuestos a ruido; maquinaria y equipo que se utiliza; fuentes de ruido; turnos de trabajo, etc. adicionalmente, es importante considerar si existe algún estudio previo o mediciones anteriores, lo cual nos puede servir de referente.

Las mediciones pueden hacerse utilizando un sonómetro integrador 1 o 2 que nos permite medir el Nivel de Presión Acústica Continua Equivalente (LAeq) o un dosímetro que nos permite medir la dosis o cantidad de ruido que recibe un trabajador, expresada como un porcentaje de la dosis máxima.

Se debe definir el número y duración de las medidas en función de que la muestra sea representativa y de las condiciones de exposición, de tal forma que, la evaluación de los resultados nos permita optar por medidas preventivas.

4.2.2 Efectos de la exposición a ruido sobre el organismo

El ruido afecta al organismo principalmente en dos aspectos: en el orden fisiológico y en el orden psicológico.

En el orden fisiológico los efectos se generan inconscientemente, es decir, son independientes de la sensación de malestar ante el ruido intenso, los principales efectos son:

- Alteración del aparato circulatorio que se manifiesta en el aumento de la presión arterial. Aumento del ritmo cardíaco y vaso constricción periférica.
- Aceleración del metabolismo
- Aumento de la tensión en el aparato muscular
- Inhibición de los órganos del aparato digestivo y modificaciones en el ritmo respiratorio
- Disminución en el desempeño laboral

Psicológicamente el ruido causa en el individuo molestias y desagrado, lo cual depende de varios factores, entre otros:

- De la intensidad y frecuencia del ruido.
- Ruidos inesperados y discontinuos generan una mayor sensación de desagrado que los ruidos continuos o habituales.
- El tipo de actividad que desarrolla el individuo.

4.2.3 Criterios de selección de los trabajadores en relación al ruido

El punto de partida para definir los criterios de selección de la fuerza laboral es la matriz de riesgos, en la misma que se han identificado los puestos de trabajo y su relación con los riesgos implícitos en cada uno de ellos.

Identificada la necesidad, por parte del departamento de recursos humanos, de incorporar a la organización el personal para cubrir ciertos puestos de trabajo, el Médico Ocupacional, en función del análisis de los riesgos asociados a esa plaza, define la necesidad de llevar a efecto ciertos exámenes médicos específicos, adicionalmente al esquema de exámenes generales.

En el caso particular de trabajadores que, por el tipo de proceso o actividades, estarán expuestos al factor de riesgo ruido y, que, debido al nivel o al tiempo de exposición, puedan ser considerados personal de riesgo, el médico considera imprescindible la realización de audiometrías como parte de los exámenes pre ocupacionales, adicional a

este, se le requieren otros exámenes que, una vez analizados por el médico, le permitirán determinar la aptitud o no del trabajador para ocupar el puesto de trabajo.

Adicionalmente, para el personal que estará expuesto a ruido ocupacional, el Médico de la empresa solicita la historia laboral del trabajador ya que esta información también le permite evaluar las condiciones en que el trabajador se incorpora a la organización.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL DEL RUIDO EN EL PROCESO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

5.1 IDENTIFICACIÓN DEL RUIDO

5.1.1 Identificación del peligro

Como se indicó anteriormente, para cubrir la demanda energética se cuenta con cinco generadores Wärtsilä, los mismos que se hallan colocados en serie, constituyéndose estos equipos en la fuente de ruido.

Cada uno de estos generadores tiene las siguientes características, las mismas que son proporcionadas por el fabricante:

a.- Nivel de presión sonora

Nivel de Potencia acústica ponderado del motor

Frecuencia [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Total
Nivel de Potencia sonora ponderada A L_{wA} [dB]	101	109	120	125	129	124	126	119	133

El nivel de potencia sonora está basado en medidas hechas en base al estándar ISO 9614-2 1996 Acustics - Determinación de niveles de potencia sonora de fuentes de ruido usando la intensidad sonora.

b.- Nivel de presión sonora promedio espacial

El nivel de presión sonora ponderada promedio espacial típico es de 110 dB(A). Este valor puede ser usado para el diseño acústico de la estructura.

5.1.2 Localización de riesgos

Para la localización de riesgos asociados a ruido laboral, partimos de los límites máximos de presión sonora ponderados A que puede estar expuesto el trabajador y que están establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo; Decreto Ejecutivo No. 2393; Registro Oficial No. 565, en el Artículo 55, numeral 6 y 7, donde se indica:

Art. 55, Ruido y Vibraciones

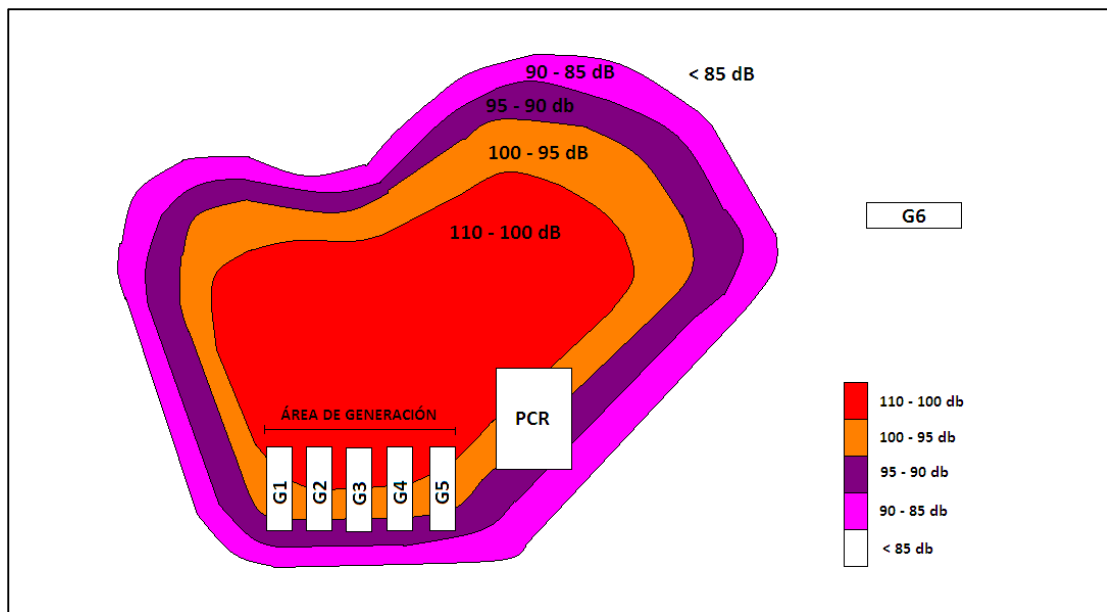
6. Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual,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

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

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

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

En función de lo indicado y como punto de partida o línea base para la localización de riesgos relacionados a ruido laboral, se parte de un mapa simplificado de isófonas, donde se indican, además de la ubicación de las instalaciones (Power Control Room) y los equipos de generación, los Niveles de Presión Sonora Equivalente Ponderados A, resultantes de la evaluación de ruido ambiental.



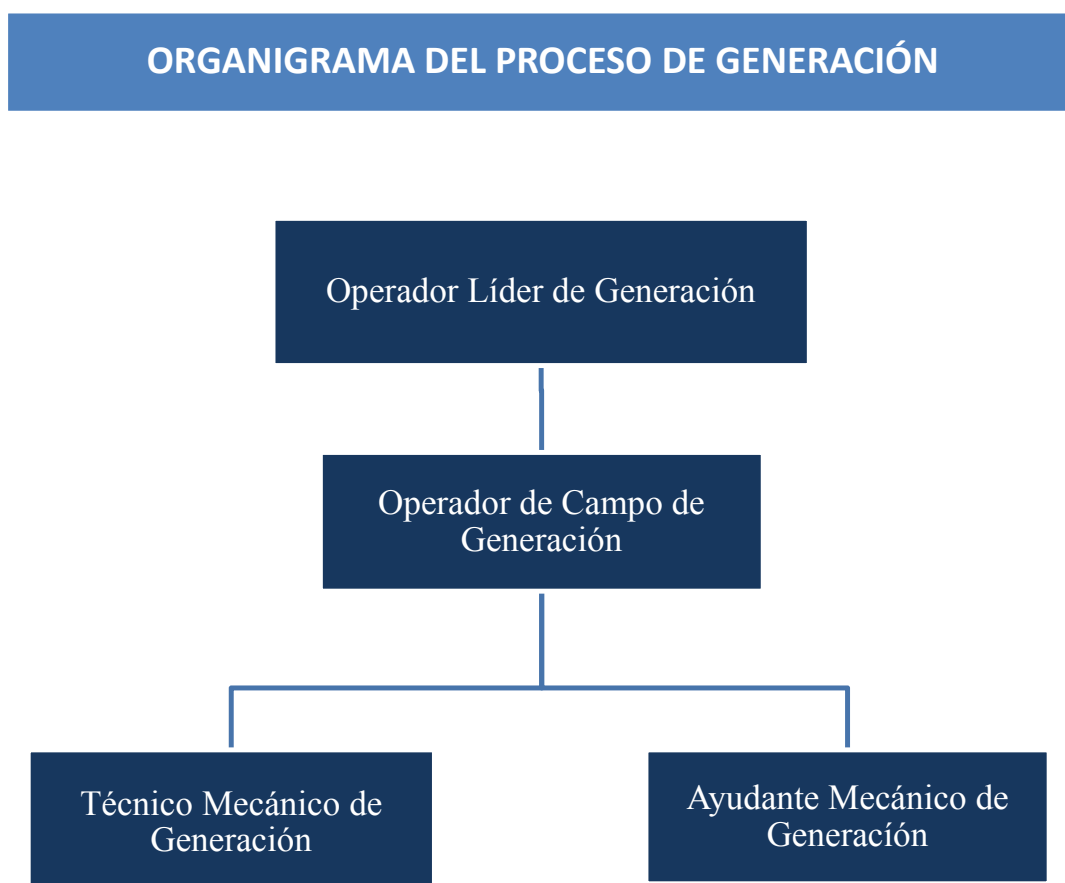
Mapa de isófonas en el área de generación eléctrica

Desde el punto de vista de la higiene industrial, es importante localizar los puestos de trabajo expuestos ruido y de esta forma concentrar los recursos de la organización a la valoración cuantitativa del riesgo y sobre estos resultados identificar las medidas de control que nos permitan, eliminar o mitigar el riesgo.

Personal expuesto a ruido

En el caso específico de este estudio, de la interpretación del mapa acústico, se puede concluir que el mayor riesgo a la exposición de ruido laboral se localiza en el área de generación, por lo que el estudio de evaluación, valoración y control del riesgo ruido se enfoca al personal inmerso en este proceso de generación.

El organigrama del personal responsable de la implementación del proceso de generación se muestra a continuación:



En el sector petrolero se trabaja en turnos mensuales de 14/14, es decir, se laboran 14 días continuos y se descansan 14 días. Los turnos diarios son de 12 horas, sin embargo, en el proceso de generación eléctrica el tiempo efectivo de exposición es de 8 horas.

Cada puesto de trabajo está cubierto por 4 personas en total, 2 personas cubren un turno mensual, uno en el día y otro en la noche, cuando estas 2 personas salen de descanso ingresan los otros 2 trabajadores.

En el capítulo I, numeral 1.2.4 Condiciones de generación, se describió detalladamente las actividades que cumplen cada una de las personas encargadas de implementar el proceso de generación eléctrica.

En el Área de Salud Ocupacional del Departamento de Salud, Seguridad y Ambiente de la organización se dispone de la información personal de cada uno de los trabajadores, entre otra información se tiene: edad, sexo, educación, información que es de vital importancia para el control y monitoreo del personal expuesto al riesgo de ruido industrial.

5.1.3 Encuestas a trabajadores - Ruido

Como parte de la aplicación de lo estipulado en el “Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo”, Resolución No. C.D. 390, Artículo 51.- Sistema de Gestión, el literal b) Gestión Técnica, b1) Identificación de factores de riesgo, se ha elaborado una encuesta dirigida a los trabajadores que, debido a sus funciones, están expuestos directamente al factor de riesgo ruido.

La encuesta tiene como objetivo en su primera parte, desde la pregunta número 1 hasta la número 5, hacer una breve evaluación subjetiva de la percepción del trabajador ante la exposición a ruido, mientras que en la segunda parte, desde la pregunta 6 hasta la 10, trata de evaluar de forma también breve, ciertos criterios de gestión del riesgo.

“El uso de cuestionarios para tamizar síntomas y antecedentes pueden facilitar el registro de factores de riesgo para pérdida auditiva, haciendo la recolección más homogénea y fácil para todo el grupo que se evalúe.

Así mismo permitirá identificar condiciones de salud del trabajador que deben tenerse en cuenta durante el seguimiento.

Se le debe insistir al trabajador sobre la importancia de proporcionar una información veraz sobre sus antecedentes auditivos, pues esto favorece su adecuada ubicación y seguimiento dentro de los programas de conservación auditiva de la empresa”^{12N}

Como elemento complementario de la encuesta, se ha determinado un criterio de valoración que, adoptando una calificación del 1 al 10, permite ponderar o calificar, el estado del trabajador encuestado combinando tanto su percepción como la gestión realizada por la organización ante el riesgo higiénico ruido. Como complemento y partiendo de este criterio de valoración, se procede a hacer una valoración subjetiva que está clasificada en 4 niveles: Muy deficiente, Deficiente, Mejorable y Óptimo.

A continuación se presenta el formato de la encuesta que se utilizó con el personal que lleva adelante el proceso de generación. El formato utilizado es una variante del formato presentado en el texto BIBLIOTECA TÉCNICA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES - Cuestionario de evaluación de riesgos. Fichas de riesgos y medidas de protección, Volumen 4, página 35, ediciones CEAC, España, 2000.^{1N}

En el Anexo 4 se presentan las encuestas realizadas al personal de generación.

ENCUESTA - RUIDO

Fecha:

D	M	A
---	---	---

Departamento:

Área:

Puesto de trabajo:

1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
7. Le fueron suministrados protectores auditivos.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permiten realizar sus actividades con normalidad.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo.	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO

CRITERIOS DE VALORACIÓN					
MUY DEFICIENTE		DEFICIENTE		MEJORABLE	ÓPTIMO
1-3/10		4-5/10		6-9/10	10/10
RESULTADO DE LA VALORACIÓN					
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Óptimo	
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5.1.4 Análisis audiométrico – Relación causa - efecto

Acorde al marco legal laboral ecuatoriano, Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Capítulo III, Artículo 14, se deben efectuar exámenes pre ocupacionales, periódicos y post ocupacionales. La aplicación práctica de esta normativa, en el ámbito de la prevención de riesgos relacionados a ruido, implica la realización de audiometrías al personal en las tres fases del proceso, es decir, en la etapa de reclutamiento o pre ocupacional, en la de seguimiento y en la etapa post ocupacional.

El médico ocupacional de la organización, define como obligatorio la realización de audiometrías a todo el personal que, luego de aprobar la primera etapa de selección, está en proceso de ser reclutado por la organización, independientemente de los niveles de ruido al que estará expuesto por la naturaleza del puesto de trabajo, los resultados de este examen servirán a futuro al médico como línea base. Para el personal que estará expuesto a tiempos prolongados y a altos niveles de ruido el médico solicitará la historia clínica y ocupacional, examen físico y otoscopia.

Ya en una etapa de seguimiento, tomando en consideración varios procesos que han permitido la evaluación del ruido e identificar la a la población de riesgo respecto a ruido, el médico ocupacional de la empresa identifica los puestos de trabajo que requieren audiometrías periódicas, como parte de un seguimiento continuo.

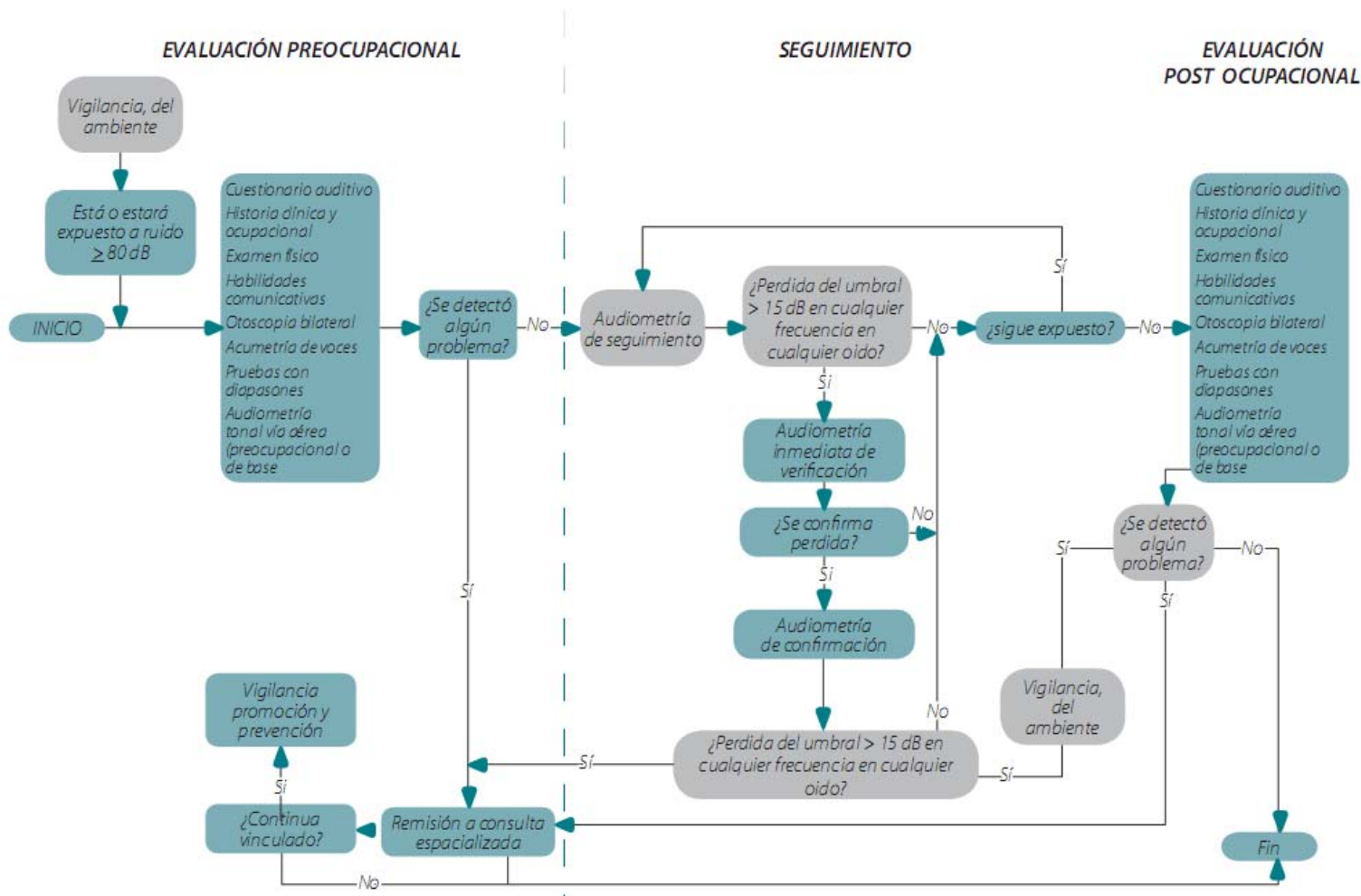
En el caso de los puesto de trabajo vinculados al proceso de generación eléctrica, es evidente que cierto personal está expuestos a altos niveles de ruido aunque no por tiempo prolongado, en otros casos, el personal está expuesto a altos niveles de ruido y por tiempos prolongados, siendo estos últimos los más vulnerables considerando que la hipoacusia laboral, fundamentalmente se debe a estos dos factores: exposición a altos niveles de ruido y exposición prolongada.

En la “Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Trabajo”^{12N}, se presentan unos dos

diagramas que resumen de excelente forma las evaluaciones y seguimiento pre ocupacional, ocupacional y post ocupacional al que debe someterse un trabajador para la prevención de la hipoacusia por ruido industrial.

5.3 Vigilancia médica

Diagrama de Flujo 3.
Vigilancia médica



Ruido

- Evaluación preocupacional**
 - Determinación de riesgo ambiental
 - Audiometría preocupacional
 - Valoración de antecedentes
 - Determinación del riesgo del individuo
 - Valoración inicial
 - Valoración de resultados de audiometría preocupacional y riesgo ambiental
- Evaluaciones de seguimiento auditivo**
 - Sin cambios respecto a audiometría preocupacional
 - Frecuencia de acuerdo a las indicaciones de la Guía
 - Cambio $> \alpha = 15$ dB en alguna de las frecuencias evaluadas
 - re-test inmediato
 - Sin cambios respecto a audiometría preocupacional
 - Frecuencia de acuerdo a las indicaciones de la Guía
 - Cambio $> \alpha = 15$ dB en alguna de las frecuencias evaluadas
 - Audiometría de confirmación de cambio de umbral
 - Sin cambios respecto a audiometría preocupacional
 - revisión del cumplimiento del plan de control y vigilancia
 - Persiste descenso de umbrales respecto a audiometría preocupacional
 - CUAP?
 - Revisión del cumplimiento del plan de control y vigilancia
 - Valoración por médico laboral
 - Valorar características de la pérdida
 - No compatible con HNIR
 - Valoración adicional audiológica
 - Compatible con HNIR
 - Valoración por ORL
 - Valoración por ORL
 - Valoración clínica del trabajador
 - Evaluación postocupacional**
 - Audiometría tonal postocupacional
 - Hay cambios en umbral respecto a audiometría preocupacional
 - Valorar características de la pérdida
 - No es compatible con HNIR
 - Valoración adicional audiológica
 - No es compatible
 - Valoración por ORL
 - No hay cambios en umbral respecto a audiometría preocupacional
 - Se documenta egreso sin alteraciones auditivas de origen laboral
 - Valoración por ORL

5.2 MEDICIÓN DEL RUIDO

5.2.1 Planificación de actividades

La planificación de actividades corresponde a lo que se denomina “trabajo de gabinete”, que no es sino la organización de las actividades a realizar en el campo.

Tomando en cuenta estos y otros elementos, se procede a la planificación de los trabajos de campo, para lo cual se definen con antelación entre otros los siguientes puntos:

Tipos de medición a realizar

Tipo de instrumentos de medición a utilizar

Tipo de calibrador acústico

Ubicación de los aparatos de medición

Duración de las lecturas

Formatos a utilizar

Otros

Esta etapa de planificación de actividades es muy importante ya que determinará el éxito del estudio o del proyecto a ser implementado.

Para que la planificación de las actividades de campo sea efectuada de forma objetiva es necesario definir de forma clara y concisa el objetivo del estudio de campo a realizar.

Objetivo

- Efectuar mediciones de ruido ocupacional en los puestos de trabajo dirigido exclusivamente al personal vinculado al proceso de generación eléctrica.

Puestos de trabajo a ser evaluados

Partimos de la identificación de los puestos de trabajo vinculados directamente al proceso de generación eléctrica que están expuestos a niveles de ruido continuo por sobre los 85 dBA y por ende se los ha catalogado como personal de riesgo por exposición a ruido ocupacional.

Debido a que las operaciones son continuas durante todo el día, cada puesto de trabajo es cubierto por dos personas que laboran en turnos diarios de 12 horas, uno durante el día desde las 6:30 H. hasta las 18:30 H. y el otro durante la noche desde las 18:30 H. hasta las 6:30 H. con un tiempo de exposición efectiva de 8 horas, en jornadas mensuales de 14/14; esto significa 14 días continuos de trabajo alternados por 14 días continuos de descanso. Bajo este esquema, el número total de horas mensuales trabajadas es similar al que se cumple bajo el esquema de un horario semanal de lunes a viernes con 8 horas diarias de trabajo.

Una vez que estas personas cumplen su jornada de 14 días son reemplazadas por otras dos personas, las cuales estuvieron de descanso, bajo este esquema el número de personas por puesto de trabajo es de 4.

En la siguiente tabla se indican los puestos a ser evaluados:

| PROCESO | PUESTO DE TRABAJO | # DE PERSONAS EXPUESTAS |
|----------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Generación Eléctrica | Operador Líder De Generación | 4 |
| Generación Eléctrica | Operador de Campo de Generación | 4 |
| Generación Eléctrica | Técnico Mecánico de Generación | 4 |
| Generación Eléctrica | Ayudante Mecánico de Generación | 4 |

Dado que las condiciones del entorno laboral son exactamente iguales, tanto en el turno del día como en el de la noche, las mediciones se harán considerando las condiciones de disponibilidad del personal, del equipo, horarios, etc.

Tipo de mediciones a realizar

Para la medición de la exposición a ruido en los puestos de trabajo se puede utilizar sonómetros o dosímetros. Los sonómetros integradores son recomendables cuando el nivel de presión sonora es estable y cuando el trabajador permanece estable en su sitio de trabajo. Los dosímetros se recomiendan cuando los niveles de presión sonora varían ostensiblemente y cuando el trabajador se desplaza frecuentemente en su ámbito laboral o cuando está expuesto a ruidos de impacto.

En función de lo expuesto, en la siguiente tabla se indica el tipo de medición a efectuar por puesto de trabajo:

| PUESTO DE TRABAJO | TIPO DE MEDICIÓN | TURNOS DIARIOS
(Horas reales de exposición/día) |
|---------------------------------|-------------------------|--|
| Operador Líder de Generación | SONOMETRÍA | 8 horas |
| Operador de Campo de Generación | DOSIMETRÍA | 8 horas |
| Técnico Mecánico de Generación | DOSIMETRÍA | 8 horas |
| Ayudante Mecánico de Generación | DOSIMETRÍA | 8 horas |

Equipos de medición a utilizar

Para la selección del tipo de equipo de medición a utilizar, se analizan las condiciones laborales del trabajador en cuanto a su exposición a ruido, entre otros se consideran: las actividades o tareas que efectúa, turnos de trabajo, movilidad del personal, etc.

A continuación se presenta una breve descripción de los equipos utilizados.

Sonómetro Integrador Tipo I:

Características^{14N}

Manejo simple y fácil para medir simultáneamente todos los parámetros del ruido ocupacional.

Tres integradores independientes para facilitar cada parámetro de exposición en conformidad con las normas europeas, OHSA, MSHA o ACGIH, por ejemplo. Y todos se miden al mismo tiempo.

LAeq, LEP, d (LEX), Peak(C) y C-A para cumplir con las normas británicas y europeas Lavg, TWA y Dosis para cumplir con las normas OSHA / MSHA.

Banda de Octava 1:1 (también llamada 1/8) en tiempo real (versión optimus red C).

Opción de registro de datos (Data-Logging) con sistema de grabación de Nota de Voz (“VoiceTag”).

Diseño ergonómico.

Ponderaciones de tiempo simultáneas en Rápida (Fast), Lenta (Slow) e Impulsiva (Impulse).

Ponderaciones de frecuencia simultáneas en dB(A), dB(C) y dB(Z).

Pantalla de COLOR en alta-resolución de tecnología digital avanzada OLED.

Rango de medición único de 120dB – a partir de 20dB(A) hasta 140dB(A) y 143dB(C) Peak.

Memoria de 4GB en las versiones B y C para guardar más de 10.000 mediciones.

Dosímetro doseBadge CR: 110A:

Especificaciones:

Normativas aplicables:

IEC 61252:1993 para medidores personales de exposición sonora.

ANSI S1.25:1991 para los dosímetros de ruido personales de la designación de clase 2AS-90/80-5.

Lector RC: 110A.

Calibrador acústico interno para la normativa IEC 60942:2003 Clase 2.

Intervalo de medición (estándar)

De 70 dB(A) a 130 dB(A) RMS

De 120 dB(C) a 140 dB(C) Peak

Funciones de medición

El doseBadge CR: 110A y el lector RC: 110A permiten realizar mediciones simultáneas de dos canales. Los datos de medición se dividen en tres secciones. Los datos de medición generales se guardan en todas las situaciones.

Datos de medición del canal 1.

Para un Exchange Rate de 3 dB: LAeq; LEX, 8h; LAE; % Dose; Exposure (Pa2h); Estimated % Dose, Estimated Exposure (Pa2h)

Para un Exchange Rates de 4 dB y 5 dB (y configuraciones con Time Weighting o Threshold): LAVG; TWA; % Dose; Estimated % Dose.

Historial temporal de 1 minuto de:

L_{Aeq} (3 dB) o L_{AVG} (4dB o 5dB); Nivel Peak (C); Nivel de batería.

Memoria.

El lector RC: 110A puede almacenar los siguientes datos de medición:

Con 8 horas de un historial temporal de 1 minuto hasta 93 mediciones.

Con 12 horas de un historial temporal de 1 minuto hasta 64 mediciones.

Con 24 horas de un historial temporal de 1 minuto hasta 33 mediciones.

Ponderaciones

Frecuencia “A” para todas las mediciones de nivel sonoro.

“C” para la presión sonora pico.

Tiempo ninguno o lento

Es importante considerar el factor de incertidumbre que presentan los equipos de medición. A continuación se presenta una tabla donde se indican los valores de incertidumbre de acuerdo al tipo de aparato de medición de ruido.^{7N}

INCERTIDUMBRE DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA

Tabla 3. Incertidumbre estándar de los instrumentos de medida ISO 9612:2009

| Tipo de instrumento | Incertidumbre estándar (u_2) en dB |
|---|--|
| Sonómetro de clase 1 (según IEC 61672-1) | 0,7 |
| Dosímetro personal (según IEC 61252) | 1,5 |
| Sonómetro de clase 2 (según IEC 61672-1) | 1,5 |

De igual forma existe un factor de incertidumbre debida a la posición del micrófono. La tabla que se indica a continuación nos muestra estos valores.^{7N}

INCERTIDUMBRE POR LA POSICIÓN DEL MICRÓFONO

Tabla 4. Incertidumbre estándar u_3 debida a la posición del micrófono (*)

| Características de la medición | Incertidumbre estándar (u_3) en dB | |
|--|--|--|
| | El trabajador se halla en campo reverberante | El trabajador recibe mayoritariamente sonido directamente de la fuente |
| Medición con el trabajador ausente | 0,3 | 0,5 |
| Medición con dosímetro personal o el trabajador presente | 0,9 | 1,5 |
| (*) Aunque en la Guía del Real Decreto 286/2006 figura esta tabla, la versión definitiva de la ISO 9612:2009, en cuyos borradores se basaba, acepta que en cualquier caso se tome $u_3=1,0\text{dB}$. | | |

Finalmente y previo al ingreso al campo donde se realizarán las mediciones, se han elaborado dos formatos para registrar la información referente a las sonometrías y otro para las dosimetrías., en estos se recopila información complementaria a la información que se graba en los instrumentos de medición. Los datos de estos formatos sirven para identificar al personal, identificar los puestos de trabajo, los turnos de trabajo, los horarios diarios de trabajo y otras características que posteriormente nos servirán para el procesamiento de la información. Estos formatos se indican a continuación:

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------|
| SONOMETRIA | | FECHA: |
| DPTTO: | ÁREA: | NOMBRE: |
| PUESTO DE TRABAJO: | | SEXO: |
| PROCESO: | | EDAD: |
| FUENTE DE RUIDO: | | EDUCACIÓN: |
| TURNO: 14/14 <input type="checkbox"/> | OTRO: <input type="checkbox"/> | HORARIO: |
| TIEMPO REAL DE EXPOSICIÓN A RUIDO: | | |
| OBSERVACIONES: | | |

El universo de estudio en este trabajo se circunscribe al personal que está directamente relacionado al proceso de generación eléctrica de una empresa que opera en el sector de la industria petrolera. Considerando que en este caso de estudio el número total de trabajadores por puesto de trabajo es de 4 y por lo tanto están expuestos a similares condiciones de riesgo, el número de mediciones por puesto de trabajo debería ser de 2 (raíz cuadrada de 4), sin embargo, dado que se disponen de datos de mediciones realizadas con anterioridad, bajo las mismas condiciones laborales, se ha decidió realizar una medición por cada puesto de trabajo, con lo que de esta forma se dispondrá de dos datos por cada puesto de trabajo. Este criterio rige para los cuatro puestos de trabajo involucrados en el proceso de generación.

Para la determinación del tiempo total de muestreo existen lineamientos dados en función del número total de trabajadores expuestos a condiciones similares de ruido.^{7N}

TIEMPO TOTAL DE MUESTREO A PARTIR DEL NÚMERO DE TRABAJADORES

Tabla 1. Tiempo total de muestreo a partir del n° de trabajadores (N)

| Número de trabajadores (N) del grupo homogéneo | Duración mínima acumulada de las mediciones (horas) |
|--|---|
| $N \leq 5$ | 5 |
| $5 < N \leq 15$ | $5 + \left(\frac{N - 5}{2}\right)$ |
| $14 < N \leq 40$ | $10 + \left(\frac{N - 15}{4}\right)$ |
| $N > 40$ | 17 o subdividir el grupo |

En el presente estudio, con la finalidad de disponer de una información más extensa y concisa, se ha decidido que el tiempo total de muestreo cubra la totalidad de la jornada diaria laboral con un tiempo de exposición efectiva de 8 horas.

5.2.3 Mediciones en campo

Como se indicó anteriormente, las mediciones de campo permitirán validar la información proveniente de las sonometrías y dosimetrías realizadas anteriormente por un ente externo a la organización y dirigido al personal vinculado al proceso de generación eléctrica.

A continuación se muestran los datos más relevantes referentes a las sonometrías y dosimetrías obtenidos en la primera medición:

| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Sonometría | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | LCPeak [dB] | LAeq [dB] | LEPd [dB] |
| Generación | Operador Líder Generación | 114,20 | 62,73 | 66,7 |
| Generación | Taller de Generación | 129,30 | 81,38 | 80,49 |

| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | |
|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|------|
| Dosimetría | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | LAeq [dB] | LEPd [dB] | Dose |
| Generación | Operador Campo Generación | 101,9 | 103,6 | >1 |
| Generación | Técnico Mecánico | 107,2 | 109,4 | >1 |
| Generación | Ayudante Mecánico | 95,8 | 98,6 | >1 |

Los datos recopilados en campo referentes a las mediciones, sonometrías y dosimetrías, se grabaron en los equipos y fueron descargados a través del software que viene como complemento a los equipos y cuyos resultados se indican a continuación:

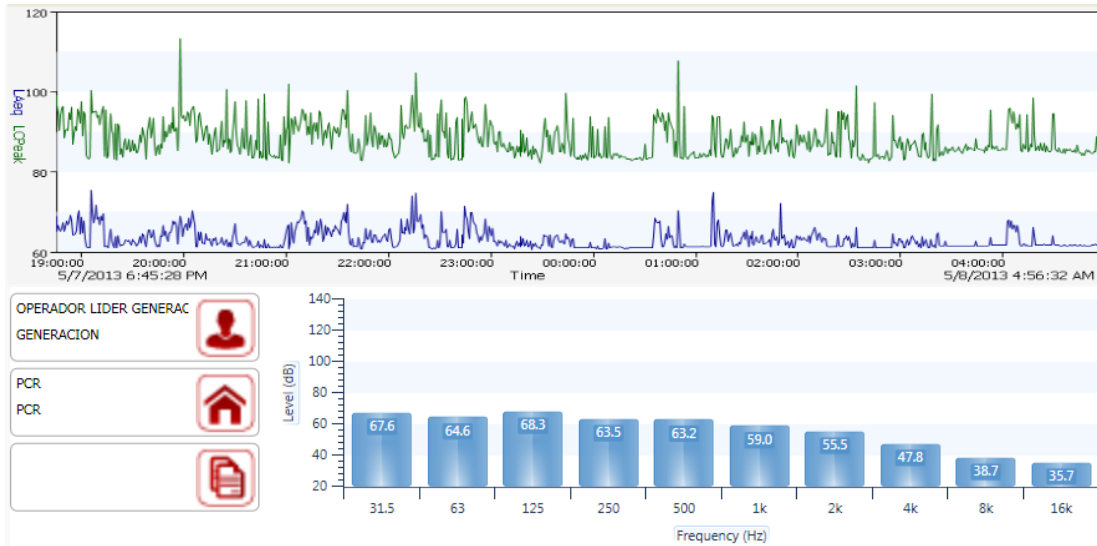
| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | | | | | |
|------------------------------|------------|-------|------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|--------------|
| Sonometría | | | | | | | | |
| Puesto de trabajo | Fecha | Hora | Tiempo Medición | LAeq [dB] | LCPeak [dB] | LEPd [dB] | LASMax [dB] | LAS MIN [dB] |
| Operador Líder Generación | 07/05/2013 | 18:45 | 10 Horas 11 Min. | 64,04 | 113,29 | 65,09 | 88,81 | 60,35 |
| Ayudante Mecánico | 08/05/2013 | 8:29 | 5 Horas 24 min. | 80,59 | 130,55 | 79,89 | 119,37 | 69,81 |

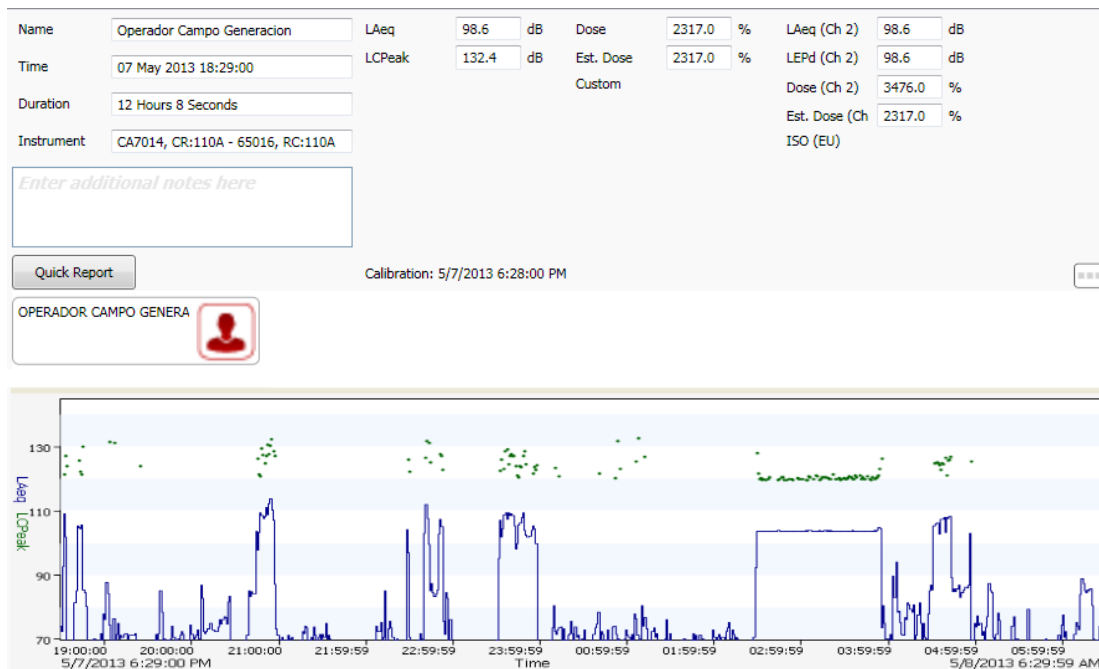
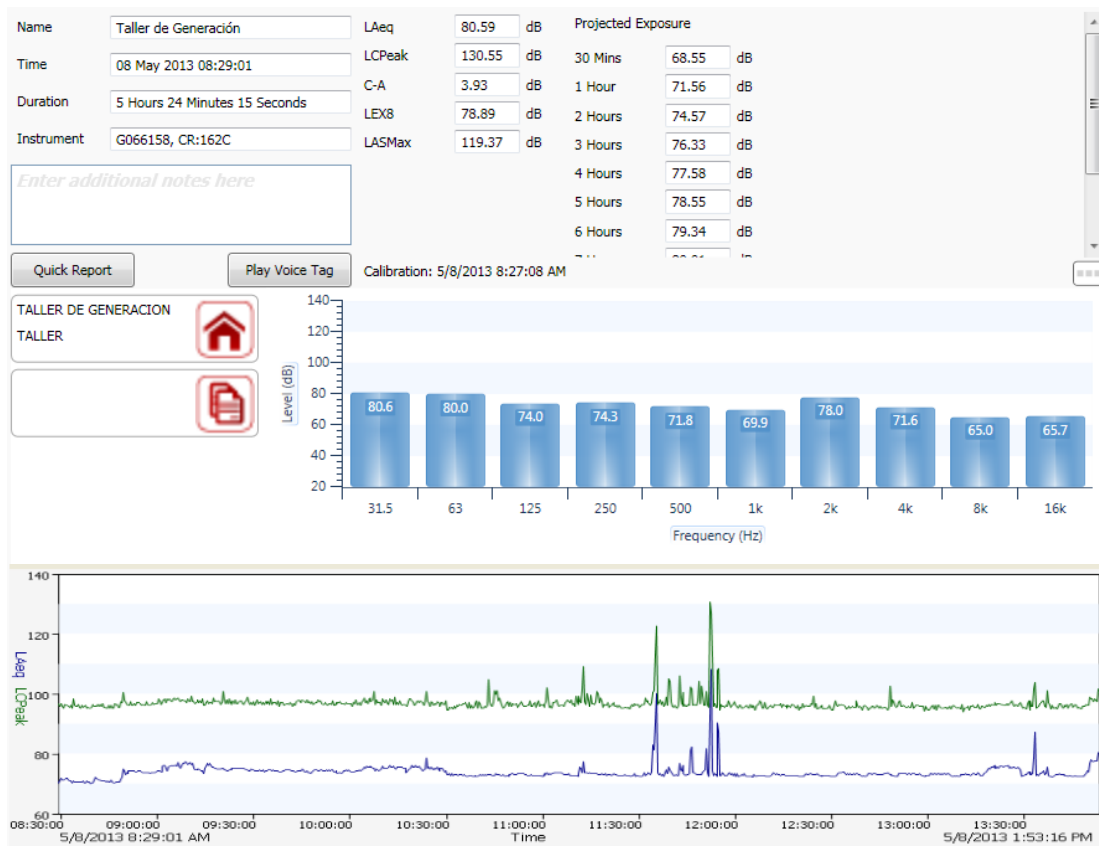
| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|------------------|-----------|-------------|-----------|----------|
| Dosimetrías | | | | | | | |
| Puesto de trabajo | Fecha | Hora | Tiempo Medición | LAeq [dB] | LCPeak [dB] | LEPd [dB] | Dose [%] |
| Operador Campo Generación | 07/05/13 | 18:29 | 12 Horas | 98,6 | 132,4 | 98,6 | 2317,0 |
| Técnico Mecánico | 08/05/13 | 8:16 | 10 Horas 9 Min. | 109,5 | 143,0 | 110,5 | 36450,0 |
| Ayudante Mecánico | 07/05/13 | 18:29 | 12 Horas 10 Min. | 97,7 | 134,1 | 100,3 | 3468,0 |

| | | | | | | |
|------------|-------------------------------|--------|--------|---------|--------------------|----------|
| Name | Operador Lider Generación | LAeq | 64.04 | dB | Projected Exposure | |
| Time | 07 May 2013 18:45:28 | LCPeak | 113.29 | dB | 30 Mins | 52.0 dB |
| Duration | 10 Hours 11 Minutes 4 Seconds | C-A | 8.0 | dB | 1 Hour | 55.01 dB |
| Instrument | G066158, CR:162C | LEX8 | 65.09 | dB | 2 Hours | 58.02 dB |
| | | LASMax | 88.81 | dB | 3 Hours | 59.78 dB |
| | | | | 4 Hours | 61.03 dB | |
| | | | | 5 Hours | 62.0 dB | |
| | | | | 6 Hours | 62.79 dB | |

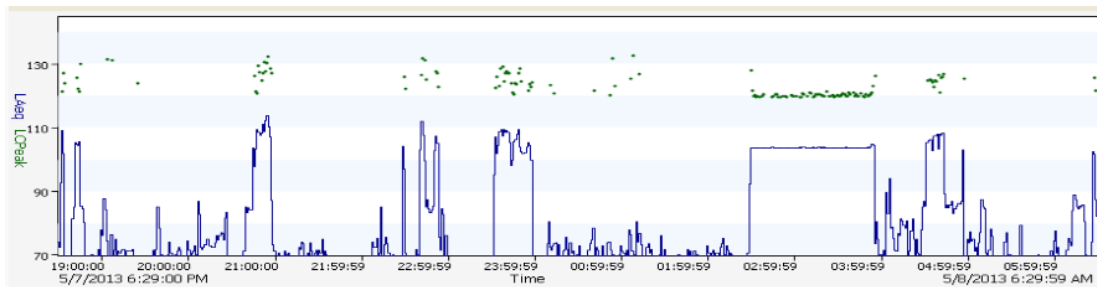
Enter additional notes here

Calibration: 5/7/2013 6:41:22 PM

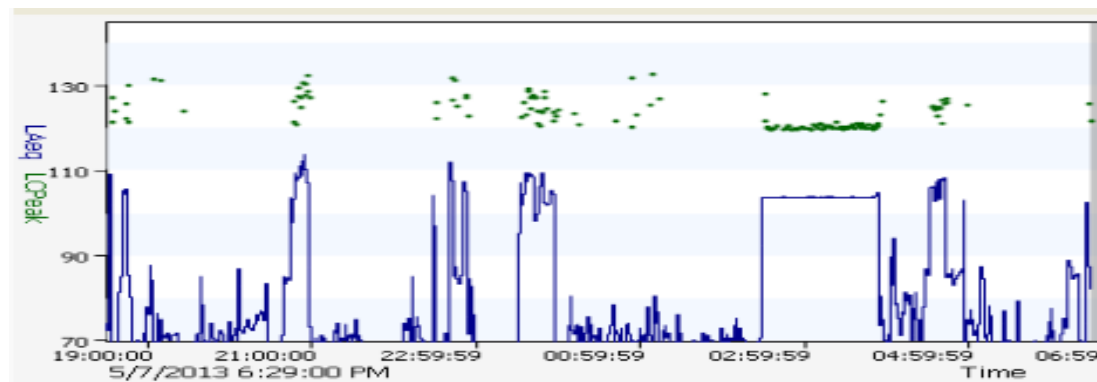




| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--------|-------|----|-----------|---------|---|------------------|---------|----|
| Name | Tecnico Mecánico | LAeq | 109.5 | dB | Dose | 36450.0 | % | LAeq (Ch 2) | 109.5 | dB |
| Time | 08 May 2013 08:16:00 | LCPeak | 143.0 | dB | Est. Dose | 28715.0 | % | LEPd (Ch 2) | 110.5 | dB |
| Duration | 10 Hours 9 Minutes 19 Seconds | | | | ISO (EU) | | | Dose (Ch 2) | 36450.0 | % |
| Instrument | CA7026, CR:110A - 65016, RC:110A | | | | | | | Est. Dose (Ch 2) | 28715.0 | % |
| ISO (EU) | | | | | | | | | | |
| Enter additional notes here | | | | | | | | | | |
| Quick Report | | | | | | | | | | |
| Calibration: 5/8/2013 7:57:00 AM | | | | | | | | | | |
| TECNICO MECANICO | | | | | | | | | | |
| GENERACION | | | | | | | | | | |
| PCR-CPF | | | | | | | | | | |
| TALLER DE GENERACION | | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--------|-------|----|-----------|--------|---|------------------|--------|----|
| Name | Ayudante Mecánico | LAeq | 97.7 | dB | Dose | 3468.0 | % | LAeq (Ch 2) | 97.7 | dB |
| Time | 07 May 2013 18:29:00 | LCPeak | 134.1 | dB | Est. Dose | 1877.0 | % | LEPd (Ch 2) | 100.3 | dB |
| Duration | 12 Hours 10 Minutes 44 Seconds | | | | Custom | | | Dose (Ch 2) | 5202.0 | % |
| Instrument | CA7014, CR:110A - 65016, RC:110A | | | | | | | Est. Dose (Ch 2) | 1877.0 | % |
| ISO (EU) | | | | | | | | | | |
| Enter additional notes here | | | | | | | | | | |
| Quick Report | | | | | | | | | | |
| Calibration: 5/7/2013 6:28:00 PM | | | | | | | | | | |
| AYUDANTE DE MECANICO | | | | | | | | | | |



5.2.4 Procesamiento de la información

Los equipos de medición de ruido, sonómetros y dosímetros, nos proporcionan variada y valiosa información, sin embargo, es importante seleccionar y procesar la información ya que esta nos servirá para una posterior evaluación y toma de decisiones respecto de la gestión de los riesgos por efecto del ruido.

A continuación se presentan cuadros donde se tabula la información más relevante relativa a las sonometrías y dosimetrías. Esta información nos servirá para hacer los análisis de los resultados y finalmente nos permitirá definir conclusiones y recomendaciones.

SONOMETRÍA

| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Sonometría | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | LCPeak [dB] | LAeq [dB] | LEPd [dB] |
| Generación | Operador Líder Generación | 113,29 | 64,04 | 65,09 |

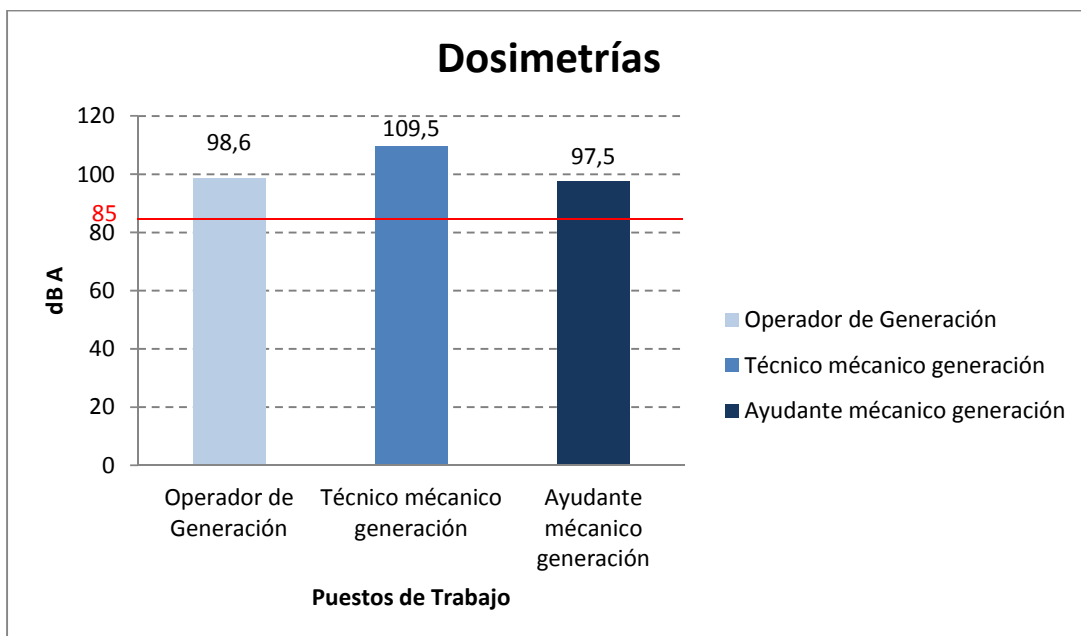
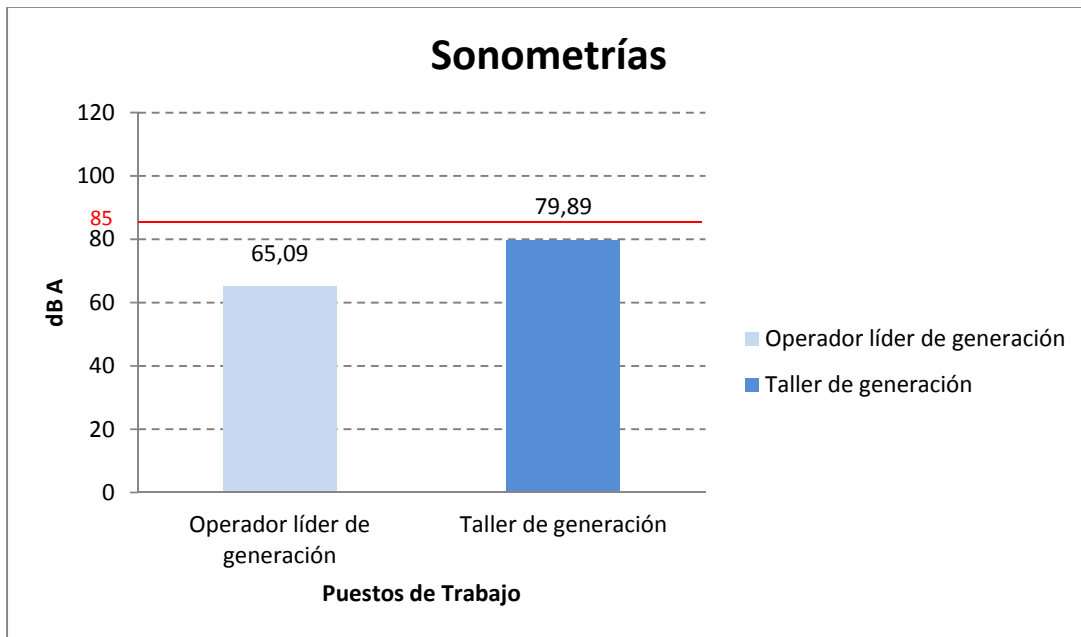
| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | |
|------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-----------|
| Sonometría | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | LCPeak [dB] | LAeq [dB] | LEPd [dB] |
| Generación | Taller de Generación | 130,55 | 80,59 | 79,89 |

DOSIMETRÍAS

| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | | |
|------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|-----------|----------|
| Dosimetría | | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | Tiempo Medición | LAeq [dB] | LEPd [dB] | Dose [%] |
| Generación | Operador Campo Generación | 12 Horas | 98,6 | 98,6 | 2317,0 |

| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | | |
|------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|----------|
| Dosimetría | | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | Tiempo Medición | LAeq [dB] | LEPd [dB] | Dose [%] |
| Generación | Técnico Mecánico | 10 Horas 9 Min. | 109,5 | 110,5 | 36450,0 |

| MEDICIONES DE RUIDO EN CAMPO | | | | | |
|------------------------------|-------------------|------------------|-----------|-----------|----------|
| Dosimetría | | | | | |
| Área | Puesto de Trabajo | Tiempo Medición | LAeq [dB] | LEPd [dB] | Dose [%] |
| Generación | Ayudante Mecánico | 22 Horas 10 Min. | 97,7 | 100,3 | 3468,0 |



5.2.5 Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados debemos partir de la normativa legal ecuatoriana, la misma que considera tiempo y nivel de exposición a ruido como parámetros

fundamentales. En el “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”, artículo 55, numeral 6, se indica:

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

Con la finalidad de facilitar la interpretación de los resultados respecto al nivel continuo equivalente diario [Leq_d], se utiliza una semaforización que consiste en la utilización de colores que, en un rápido vistazo nos indican la situación del personal respecto a los límites máximos permisibles. La interpretación de los colores es la siguiente:

| | |
|--|--|
| | Valor sobre el límite permisible (Leq _{Ad} > 85 dBA) |
| | Valor inferior al límite permisible pero cercano a este (65 dBA >Leq _{Ad} < 85dBA) |
| | Valor claramente inferior al límite permisible (Leq _{Ad} < 65 dBA) |

SONOMETRÍA

| Puesto de trabajo | Horas laborables
Tiempo real de
exposición | Límite máximo
Presión sonora
(marco legal
ecuatoriano) [dBA] | Leq _{Ad}
[dBA] |
|---------------------------------|--|---|----------------------------|
| Operador Líder de
Generación | 8 | 85 | 65,09 |
| Taller de generación | 8 | 85 | 79,89 |

DOSIMETRÍAS

| Puesto de trabajo | Horas laborables
Tiempo real de
exposición | Límite máximo
Presión sonora
(marco legal
ecuatoriano)
[dBA] | Leqd
[dBA] | Dosis |
|---------------------------------------|--|--|---------------|-------|
| Operador de
Campo de
Generación | 8 | 85 | 98,6 | >1 |
| Técnico
Mecánico de
Generación | 8 | 85 | 110,5 | >1 |
| Ayudante
Mecánico de
Generación | 8 | 85 | 100,3 | >1 |

Para la determinación de la Dosis utilizamos la siguiente expresión:

$$Dosis = \frac{T_{real\ de\ exposición}}{T_{permitido}}$$

$$Tp = \frac{8}{2^{\left(\frac{NPS-85}{5}\right)}}$$

5.3 MEDIDAS DE CONTROL

Un concepto básico sobre la gestión de riesgos estipula que los controles deben implementarse, en orden de prioridad, sobre la fuente, en el medio y finalmente en el receptor.

Los diferentes procedimientos de control de ruido industrial, se dividen en 3 categorías

- Controles técnicos, activos y pasivos.
- Controles administrativos.
- Controles con material de protección personal.

Es importante señalar que, de acuerdo a los conceptos actuales, el uso del equipo de protección personal no es considerado propiamente como un control.

Es en la fuente de generación de ruido donde prioritariamente se recomienda la aplicación de métodos de control técnico o ingenieriles, de no ser posible o si luego de la implementación de ciertos controles, los niveles de ruido no están dentro de los límites aceptables, se interviene técnicamente en el medio de transmisión o propagación.

Dentro de los procedimientos técnicos de control existen dos categorías:

Los procedimientos activos de control.- Tienen como objetivo la eliminación o reducción de ruido a través de sustitución de equipos o de componentes de estos.

Procedimientos pasivos de control.- Tienen como objetivo la disminución de ruido a través de acondicionamiento acústico de los locales, ordenación y disposición de los equipos y tienden, en general, a atenuar las consecuencias sobre los receptores.

La aplicación práctica y objetiva de estos procedimientos dependerá de las condiciones reales propias de la empresa o proyecto, por lo que, la experiencia del técnico o higienista industrial así como la disponibilidad de los recursos técnicos, tecnológicos, financieros, etc. jugarán un papel fundamental en la implementación de dichos controles.

En el presente estudio, para la implementación de las medidas de control del factor de riesgo ruido, un punto importante a considerar es que el proyecto, y dentro de este, el proceso de generación eléctrica, ha sido ya implementado hace algunos años y está en plena etapa de funcionamiento.

Otro factor importante a considerar es que la generación eléctrica se la hace a través de 5 generadores Wärtsilä los cuales no pueden ser remplazados ya que no existen otros equipos que puedan generar la energía eléctrica que requiere la empresa para la implementación de sus procesos.

Por lo expuesto, dadas las condiciones reales de operación en cuanto al proceso de generación, la gestión de control de ruido se concentrará en los procedimientos pasivos.

Finalmente, en el establecimiento de controles de ruido es importante tener presente los siguientes preceptos:

- En la gestión del ruido intervienen tres factores claves que actúan como un todo: máquina, medio y receptor.
- El objetivo del control es conseguir un ambiente laboral con niveles de ruido aceptables a un costo aceptable.

5.3.1 Medidas de control en la fuente

Con los antecedentes explicados en el numeral anterior se concluye que los controles que se pueden implementar en la fuente son limitados y se circunscriben a lo que se detalla a continuación:

Implementar programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de tal forma que se asegure un normal funcionamiento de los equipos de generación.

Dadas las condiciones de operación, se realiza un monitoreo permanente del funcionamiento de los generadores desde el Power Control Room, a través de un software específico que permite determinar instantáneamente cualquier cambio en los diferentes parámetros de funcionamiento de los equipos.

Realizar controles técnicos periódicos en los generadores para verificar que el Nivel de presión sonora (Sound Power Level), (Spatial Overage Sound Pressure Level) y (Surface Overage Sound Level), no experimentan variaciones respecto de los parámetros técnicos iniciales y en base de los cuales se determinan o calculan otros parámetros que finalmente permiten establecer controles.

5.3.2 Medidas de control en el medio

Dadas las condiciones reales de operación del proyecto objeto de este estudio, es en el medio de transmisión o propagación de ruido donde se han implementado algunas medidas de control técnicas e ingenieriles, lo que se denomina procedimientos pasivos de control de ruido que modifican las condiciones de transmisión y propagación de las ondas acústicas.

El principio básico es interponer barreras entre la fuente de generación de ruido y los receptores, estas barreras pueden ser: estructuras envolventes, cabinas, barreras parciales, paredes, pantallas, paneles, etc. En la etapa de diseño de estos elementos o estructuras se debe considerar, entre otros aspectos, tipos de materiales, revestimientos, características acústicas de los materiales, además se puede implementar tratamiento fonoabsorbente tomando en cuenta las características de reflexión y refracción del sonido de los materiales.

Considerando el emplazamiento de los 5 generadores, los cuales están ubicados en línea, uno junto a otro, se ha diseñado un aislamiento consistente en una estructura única alrededor de los mismos. El piso de la estructura es de hormigón, las paredes constan de dos placas de aluminio de un espesor de 2mm cada una y entre ellas se ha colocado una lámina de fibra de vidrio, el ancho total de las paredes es de 4,5 cm; el techo es de placas de aluminio y está a 10 m. sobre el nivel del piso.

5.3.3 Medidas de control en el receptor

Mientras que la Higiene Industrial se encarga de evaluar o corregir las condiciones ambientales laborales, la Medicina del Trabajo es la que controla y vigila directamente el estado de salud de los trabajadores dentro de su ambiente laboral, tratando de evitar alteraciones de su salud, por lo tanto, en las organizaciones se debe propender a que la gestión de riesgos, en general, se la realice bajo el concepto de una estrecha coordinación entre la ingeniería y la medicina, no de otra forma se puede conseguir el objetivo final que es el de evitar el apareamiento de enfermedades ocupacionales en el recurso humano.

Es de fundamental importancia que los trabajadores estén conscientes de los riesgos implícitos en cada puesto de trabajo, de igual forma deben conocer el manejo, funcionamiento y mantenimientos de los distintos elementos de control y protección que las empresas ponen a su disposición.

Entre las diferentes medidas de control en los trabajadores se citan las siguientes:

Información.- La empresa tiene la obligación de informar a los trabajadores acerca de los riesgos laborales implícitos en su puesto laboral.

Educación.- Orientada a educar al personal directivo y trabajadores en general respecto de las obligaciones en lo referente a la protección y promoción de la salud.

Capacitación.- La empresa tiene la obligación de capacitar a los trabajadores sobre la gestión de riesgos, en el caso particular de este estudio, entre otros aspectos el programa de capacitación considerará los siguientes temas:

- Marco legal específico referente a ruido.
- Riesgos potenciales generados por la exposición a ruido.
- Evaluación del riesgo generado por el ruido
- Sistema de gestión, con énfasis particular en todo lo referente a ruido. Políticas empresariales, objetivos de seguridad y salud ocupacional, procedimientos, etc.
- Medidas preventivas orientadas a eliminar o disminuir el riesgo originado por el ruido. Gestión en la fuente, en el medio y en el receptor.
- Equipo de protección personal.- Específicamente EPP para la protección auditiva. Suministro. Tipo de protectores. Niveles de reducción de ruido. Uso.
- Mantenimiento. Es importante entregar siempre al usuario las instrucciones de características, forma de uso y mantenimiento sobre el EPP.
- Programa de vigilancia médica.- Controles médicos. Tipo de exámenes: Audiometrías. Otoscopias. Exámenes médicos. Periodicidad. Evaluación de los resultados. Reporte de resultados al trabajador.

A continuación y a manera de resumen se inserta un cuadro donde se indican una serie de medidas de control, debiéndose aclarar que, adicional a los contenidos del cuadro, se debe tener presente lo que dictamina el marco legal ecuatoriano.

EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO

1.4 RESUMEN DE MEDIDAS A ADOPTAR – REAL DECRETO ^{4N}

1.316/1989

| | Nivel diario equivalente
Leq,d | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|--|
| | Superior a 80 dB (A) | Superior a 85 dB (A) | Superior a 90 dB (A)
0 140 dB «PICO
MAX» |
| Evaluación Higiénica | Trienal | Anual | Anual |
| Formación e información | Sí | Sí | Sí |
| Acceso e información a evaluaciones y resultados | Sí | Sí | Sí |
| Control médico inicial | Sí | Sí | Sí |
| Control médico periódico | Quinquenal | Trienal | Anual |
| Suministro protección auditivo | Por solicitud | Obligatorio | Obligatorio |
| Utilizando protección auditiva | Optativo | Optativo | Obligatorio |
| Señalización | - | - | Sí |
| Programa tco. De control | - | - | Sí |

Como se indicó anteriormente, una premisa fundamental a considerar en la gestión de riesgos, y dentro de esta, en el establecimiento de medidas de control, es que el uso de Equipo de Protección Personal (EPP), no es propiamente una medida de control y, como se lo define en algunos textos especializados, es un procedimiento de control.^{4N}

Los tipos de protectores auditivos son:

- Taponos auditivos
- Orejas
- Casco anti ruido

Para la determinación del tipo de protector auditivo a utilizar es importante hacer algunas consideraciones, entre ellas, los factores de riesgo: nivel de presión sonora de exposición, tipo de ruido, tiempo de exposición y la edad del trabajador.

Para la selección del tipo de protector auditivo es importante, entre otros aspectos, conocer la curva de atenuación a las distintas frecuencias, pues, se considera que un ruido que se distribuya en su mayor parte en frecuencias superiores a los 500 Hz produce mayor daño que en los que predominan las bajas frecuencias. En el espectro de frecuencias del nivel de presión sonora se observa que es en la frecuencia de 1000 Hz donde se producen los valores más altos.

En el Anexo 1 se presenta un cálculo típico para determinar el Factor de reducción de ruido [R] de los protectores auditivos, que se ha realizado con los datos medidos en campo correspondientes al Ayudante de Mecánico quien labora en el taller de generación.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Al comparar los resultados de la medición anterior con los de las mediciones actuales se observa que existe congruencia en los resultados, por lo tanto se validan los resultados de las dos mediciones.

En el puesto de trabajo “Operador Líder de Generación” el Nivel de Presión Sonora Equivalente Diario Ponderado A LEPd (LeqAd) es de 65,09 dB, por lo que se concluye que el nivel de exposición es aceptable para una jornada de 8 horas.

En el puesto de trabajo “Ayudante Mecánico de Generación” se observa que cuando este trabajador labora en el taller de generación el Nivel de Presión Sonora Equivalente Diario Ponderado A LEPd (LeqAd) es de 79,89 dB, lo cual está dentro del nivel de exposición permisible para 8 horas, sin embargo, al analizar los resultados de la dosimetría se observa que el Nivel de Presión Sonora Equivalente Diario Ponderado A LEPd (LeqAd) es de 100,3 dB y que la dosis es mayor que 1. Esto nos permite concluir que cuando este trabajador labora en el taller su nivel de exposición es aceptable pero cuando tiene que realizar actividades de mantenimiento en el hangar de los generadores su dosis de ruido es alta.

En el puesto de trabajo “Operador de Campo de Generación” el Nivel de Presión Sonora Equivalente Diario Ponderado A LEPd (LeqAd) es de 98,6 dB y la dosis es mayor a 1. Esto

nos permite concluir que cuando este trabajador realiza actividades en el área de los generadores, los niveles de exposición son altos.

En el puesto de trabajo “Técnico Mecánico” el Nivel de Presión Sonora Equivalente Diario Ponderado A LEPd (LeqAd) es de 110,5 dB y la dosis es mayor a 1. Esto nos permite concluir que cuando este trabajador realiza actividades de mantenimiento en los generadores, los niveles de exposición son altos.

De los resultado obtenidos en base a la evaluación sonométrica realizada en los puestos de trabajo “Operador Lider de Generación” y “Ayudante Mecánico”, se observa que el nivel Peak C está por debajo de los 140 dB que es el máximo permisible según la norma NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.

En las encuestas realizadas, las 5 primeras preguntas (desde la 1 a la 5), tratan de medir la percepción del trabajador sobre su estado auditivo, obteniéndose como promedio de respuestas favorables un 67%.

En las encuestas realizadas, las 5 últimas preguntas (desde la 6 a la 10), tratan de medir la gestión de ruido implementada por la empresa, obteniéndose como promedio de respuestas favorables un 90%.

La selección de los protectores auditivos se ha hecho en base al análisis de niveles de reducción de ruido, obteniéndose una reducción de 21,87 dBA. Dentro del proceso de generación eléctrica, las actividades de mantenimiento de generadores, que son ejecutadas por los mecánicos de mantenimiento de generación son las más críticas, ya que, requieren de la presencia del técnico de mantenimiento en el sitio mismo de la fuente de ruido, ante esta situación el uso del equipo de protección personal es imperativo.

En el diseño del hangar donde se hallan los generadores se han considerado todos los parámetros para asegurar una alta disminución del ruido, esto es, diseño geométrico, materiales con alta capacidad de absorción, distribución de los generadores, etc.

En un proyecto que se halla en pleno funcionamiento, el campo de acción en el control de riesgos especialmente en la fuente, tiene grandes limitaciones. En la práctica no es posible intervenir en mayor grado en el rediseño de los procesos (equipos), dado que estos son muy complejos y costosos. La mayor parte de la gestión posible es en el medio, esto a través del diseño de aislamiento de la fuente de ruido, con materiales que garanticen una alta absorción del ruido.

En general, el personal que interviene en el proceso de generación eléctrica es altamente vulnerable al riesgo de ruido y de no mediar una gestión técnica, rigurosa y continua a través de la higiene industrial, se podrían desarrollar enfermedades ocupacionales.

Finalmente se puede concluir que la empresa objeto de este estudio ha implementado todas las técnicas que hasta el momento la Seguridad Ocupacional y especialmente la Higiene Industrial han desarrollado para la gestión del riesgo ruido.

6.2 RECOMENDACIONES

En función del resultado de las encuestas en cuanto a la implementación de programas de capacitación sobre el riesgo de ruido, se recomienda fortalecer el programa de capacitación, considerando entre otros componentes: marco legal, conocimientos básicos de ruido, peligros potenciales, medidas de control, equipo de protección personal, etc.

Se debe continuar con la implementación del programa de Vigilancia Médica dirigido al personal de generación eléctrica, este programa incluirá, entre otros componentes, un programa de vigilancia auditiva con chequeos anuales a través de audiometrías.

Se recomienda que en el proceso de contratación de personal que se vinculará al proceso de generación eléctrica, se implementen exámenes auditivos rigurosos, de tal forma que se garantice que el personal a enrolarse no presente problemas o enfermedades relacionadas con la audición.

La alta gerencia de las empresas debe estar consciente que la gestión de riesgos debe ser realizada por un equipo de técnicos que conjuguen las técnicas ingenieriles con las de la medicina del trabajo, debiendo entenderse que, cada área cumple un rol específico pero interrelacionado entre sí en el proceso de gestión.

Para la implementación de nuevos procesos, se recomienda considerar desde la fase de diseño conceptos relativos a la Seguridad y Salud Ocupacional, para lo cual se deberá propender a una mayor coordinación entre el Área de Ingeniería y el Departamento de Salud, Seguridad y Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BIBLIOTECA TÉCNICA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, 2000, Cuestionario de evaluación de riesgos. Fichas de riesgos y medidas de protección. Ediciones CEAC, España.
- [2] C. RAY ASFAHL, 4ª. Edición, 2000, Seguridad industrial y salud, Prentice Hall, México.
- [3] F. HENAO ROBLEDO, 2007, Riesgos Físicos I- RUIDO, VIBRACIONES Y PRESIONES ANORMALES, Ecoe Ediciones, Bogotá.
- [4] FUNDACIÓN MAPFRE, Cuarta edición, 1996, Manual de Higiene Industrial, Editorial MAPFRE S.A., Madrid.
- [5] FUNDACIÓN MAPFRE, 2ª. Edición, 2011, Manual de seguridad en el trabajo, MAPFRE.S.A. Madrid.
- [6] G. GÓMEZ ETXEBARRIA, 3ª. Edición, 2006, Manual para la formación en Prevención de Riesgos Laborales – Especialidad de higiene industrial, Ecoiuris, Barcelona.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2011, RUIDO – PROBLEMAS RESUELTOS, INSHT, Madrid.

- [8] JOSÉ MARIA CORTÉZ DÍAZ, 2007, Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales, Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., Colombia.
- [9] LUIS M. AZCUÉNAGA LINAZA, 2009, Accidentes Laborales y Enfermedades Profesionales, FUNDACIÓN CONFEMETAL, Madrid.
- [10] Cirrus Research plc, 2010 – 2013, Manual de Usuario de Sonómetros *optimus*, Cirrus Research SL, Barcelona – España.
- [11] MANUEL JESUS FALAGAN ROJO, 2005, Higiene Industrial Aplicada “Ampliada”, Fundación Luis Fernández Velasco, España.
- [12] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL.- REPÚBLICA DE COLOMBIA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA – BOGOTÁ, 2007, Guía de la Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Trabajo.
- [13] Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS).
- [14] <http://www.cirrusresearch.co.uk/>

ANEXOS

ANEXO 1

Cálculo del factor de reducción de ruido del protector auditivo (orejeras)

Taller de generación:

| Frecuencia (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | NIVELES GLOBALES |
|--|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------------|
| Nivel de ruido L_1 | 73,97 | 74,28 | 71,81 | 69,9 | 77,99 | 71,59 | 65,03 | 80,59 |
| Atenuación media del protector (dB) | -14,9 | -21,6 | -31,8 | -41,0 | -36,7 | -38,5 | -39,0 | — |
| Ajuste con 2 T | (4,2)
8,4 | (3,3)
6,6 | (2,3)
4,6 | (2,5)
5,00 | (3,0)
6,00 | (2,0)
4,0 | (3,4)
6,8 | — |
| Atenuación efectiva del protector (dB) A_1 | -6,5 | -15,0 | -27,2 | -36,0 | -30,7 | -34,5 | -32,2 | — |
| Nivel de ruido resultante (dB) ($L_1 A_1$) | 67,47 | 59,28 | 44,61 | 33,9 | 47,29 | 37,09 | 32,83 | — |
| Ajuste escala (A) | -16 | -9 | -3 | 0 | +1 | +1 | -1 | — |
| Nivel de ruido en el oído dB (A) | 51,47 | 50,28 | 41,61 | 33,9 | 48,29 | 38,09 | 31,83 | 58,72 |

$$P_1 = \text{anti log} \frac{L_p - 94}{20}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{51,47 - 94}{20} = 7,47 \times 10^{-3}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{50,28 - 94}{20} = 6,52 \times 10^{-3}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{41,61 - 94}{20} = 2,40 \times 10^{-3}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{33,90 - 94}{20} = 9,88 \times 10^{-4}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{48,29 - 94}{20} = 5,8 \times 10^{-3}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{38,09 - 94}{20} = 1,60 \times 10^{-3}$$

$$P_1 = \text{anti log} \frac{31,83 - 94}{20} = 7,78 \times 10^{-3}$$

$$\sum_{i=1}^{1=7} P_i^2 = 2,98 \times 10^{-4}$$

$$L_p = 10 \log \frac{\sum P_1^2}{(2 \times 10^{-5})^2}$$

$$L_p = 10 \log \frac{2,98 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-10}}$$

$$L_p = 58,72$$

Factor de reducción de ruido del protector:

$$R = 80,59 - 58,72$$

$$R = 21,87 \text{ dB (A)}$$

ANEXO 2

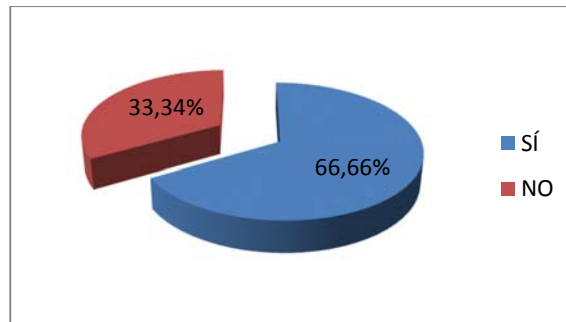
Procesamiento de información de encuestas

Porcentaje de respuestas afirmativas versus respuestas negativas

1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal.

SÍ: 4 - 66,66%

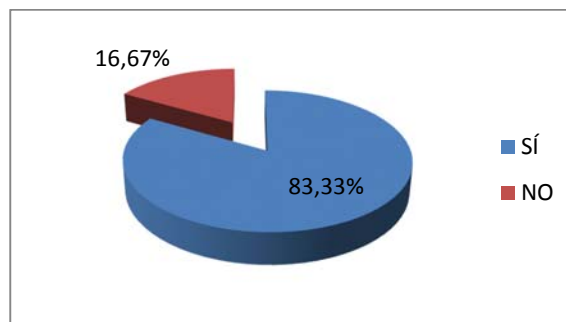
NO: 2 - 33,34%



2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal.

SÍ: 5 - 83,33%

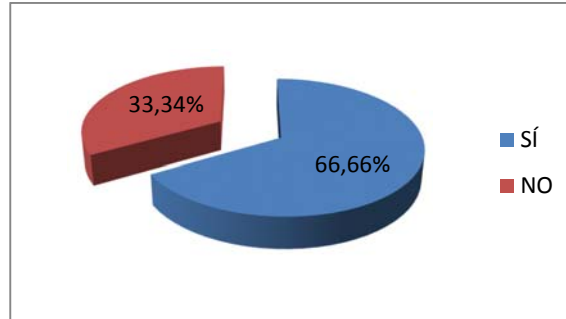
NO: 1 - 16,67%



3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración.

SÍ: 4 - 66,66%

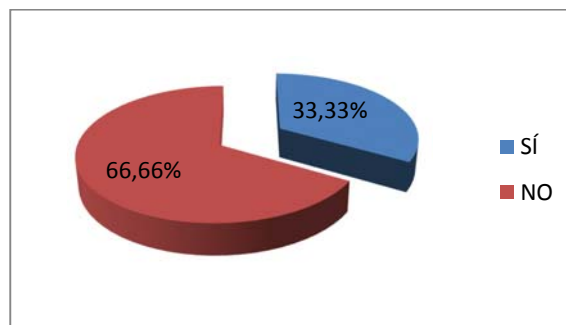
NO: 2 - 33,34%



4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral.

SÍ: 2 - 33,34%

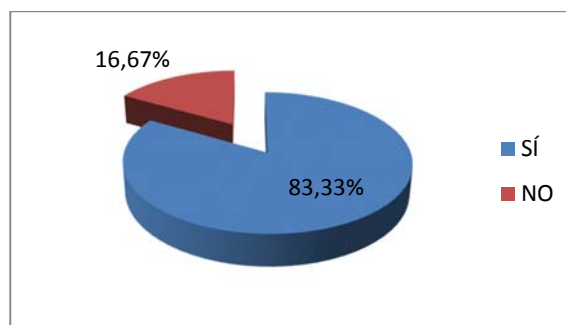
NO: 4 - 66,66%



5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo.

SÍ: 5 - 83,33%

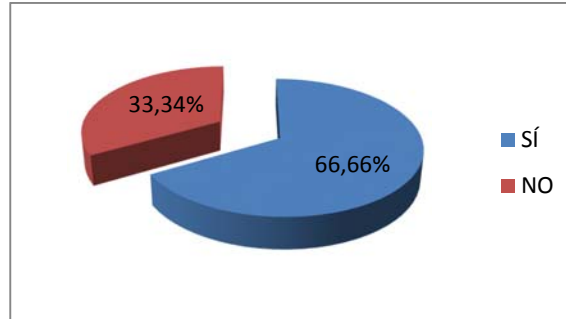
NO: 1 - 16,67%



6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido.

SÍ: 4 - 66,66%

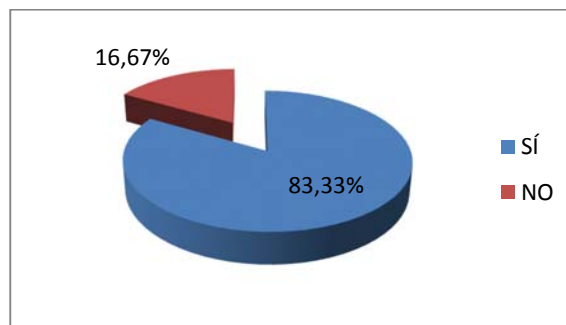
NO: 2 - 33,34%



7. Le fueron suministrados protectores auditivos.

SÍ: 5 - 83,33%

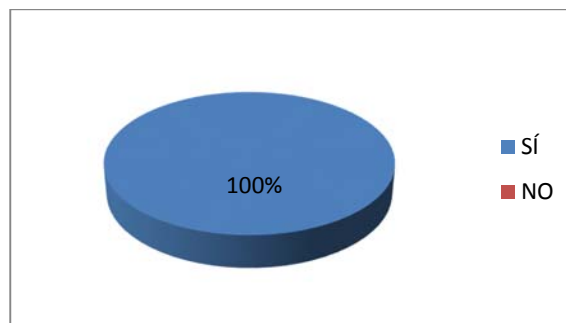
NO: 1 - 16,67%



8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral.

SÍ: 6 - 100%

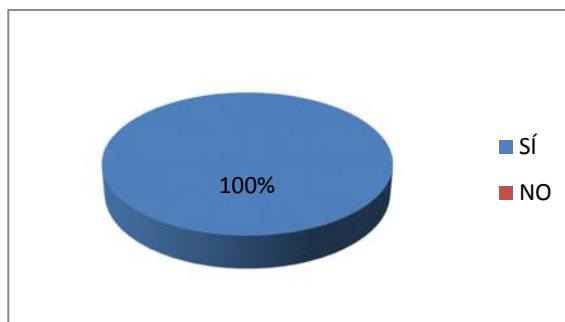
NO: 0 - 0%



9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permiten realizar sus actividades con normalidad.

SÍ: 6 - 100%

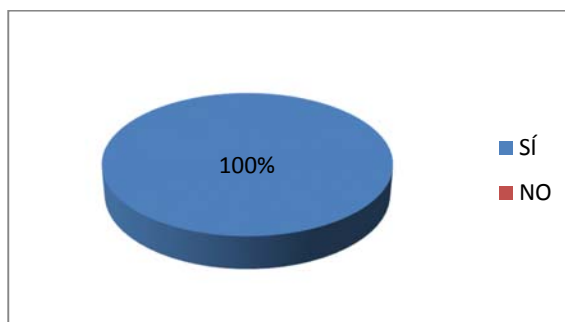
NO: 0 - 0%



10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo.

SÍ: 6 - 100%

NO: 0 - 0%



ANEXO 3

GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA DE RUIDO

LAeq [dB]: El nivel presión acústica continuo equivalente ponderado A es el que tendría un ruido continuo que en el mismo tiempo de exposición transmitiera la misma energía que el ruido variable considerado.

El tiempo de exposición puede coincidir con el tiempo de medición del nivel de ruido, aunque en general este último será menor.

LCPeak [dB]: Nivel de pico, en el caso de ruidos con impactos muy diferenciados (martillazos, disparos, etc.) la evaluación de la capacidad agresiva requiere la medición del nivel máximo de presión acústica alcanzado (nivel de pico) y en el empleo de la escala de ponderación C, que se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico.

Las mediciones realizadas utilizando esta escala de ponderación se indica con la notación dB (C).

LEPd [dB]: Es el promedio del nivel de exposición a ruido ponderado A para un día de 8 horas laborales.

LEX8 [dB]: Es la exposición a ruido promediado sobre 8 horas.

LASMax [dB]: Es el nivel de presión sonora máximo ponderado A, en el periodo establecido y en la opción lenta (Slow, S)

LASMin [dB]: Es el nivel de presión sonora mínimo ponderado A, en el periodo establecido y en la opción lenta (Slow, S)

LAE [dB]: Es el nivel de presión sonora ponderado A para un evento único y es usado para categorizar y cuantificar el ruido generado por un evento individual.

Dosis [%]: Se define como dosis de ruido a la cantidad de energía sonora que un oído normal 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 establecido. Se da en tanto por ciento de la dosis máxima permitida.

ANEXO 4

| ENCUESTA - RUIDO | |
|--------------------|------------------|
| Fecha: | 07 Mayo 2013 |
| Departamento: | POWER GENERATION |
| Área: | |
| Puesto de trabajo: | OPERADOR LEPOOL |

| | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 7. Le fueron suministrados protectores auditivos. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permite realizar sus actividades con normalidad. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |

| CRITERIOS DE VALORACIÓN | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MUY DEFICIENTE
1-3/10 | DEFICIENTE
4-5/10 | MEJORABLE
6-9/10 | ÓPTIMO
10/10 |
| RESULTADO DE LA VALORACIÓN | | | |
| Muy deficiente | Deficiente | Mejorable | Óptimo |
| SUBJETIVA <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ENCUESTA - RUIDO

Fecha: 07 05 2013

Departamento: OPERACIONES

Área: PLANTA DE GENERACIÓN

Puesto de trabajo: OPERADOR DE PLANTA DE GENERACIÓN

1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal.

SI ☒NO ☐

2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal.

SI ☒NO ☐

3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración.

SI ☒NO ☐

4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral.

SI ☐NO ☒

5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo.

SI ☒NO ☐

6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido.

SI ☒NO ☐

7. Le fueron suministrados protectores auditivos.

SI ☒NO ☐

8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral.

SI ☒NO ☐

9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permite realizar sus actividades con normalidad.

SI ☒NO ☐

10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo.

SI ☒NO ☐

CRITERIOS DE VALORACIÓN

MUY DEFICIENTE

DEFICIENTE

MEJORABLE

ÓPTIMO

1-3/10

4-5/10

6-9/10

10/10

RESULTADO DE LA VALORACIÓN

Muy deficiente

Deficiente

Mejorable

Óptimo

SUBJETIVA

☐☐☐☐

ENCUESTA - RUIDO

Fecha: 02 / 11 / 2013

Departamento: GENERACIÓN - PRODUCCIÓN

Área: GENERACIÓN

Puesto de trabajo: OPERADOR

1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal.

☒ SI☐ NO

2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal.

☒ SI☐ NO

3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración.

☒ SI☐ NO

4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral.

☒ SI☐ NO

5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo.

☒ SI☐ NO

6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido.

☒ SI☐ NO

7. Le fueron suministrados protectores auditivos.

☒ SI☐ NO

8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral.

☒ SI☐ NO

9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permite realizar sus actividades con normalidad.

☒ SI☐ NO

10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo.

☒ SI☐ NO

CRITERIOS DE VALORACIÓN

MUY DEFICIENTE

DEFICIENTE

MEJORABLE

ÓPTIMO

1-3/10

4-5/10

6-9/10

10/10

RESULTADO DE LA VALORACIÓN

Muy deficiente

Deficiente

Mejorable

Óptimo

SUBJETIVA

☐☐☐☐

ENCUESTA - RUIDO

Fecha: 08 Mayo 2013

Departamento: PRODUCCIÓN

Área: CONSTRUCCIÓN

Puesto de trabajo: OPERADOR DE GRUPO

1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal.

☒ SI☐ NO

2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal.

☒ SI☐ NO

3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración.

☒ SI☐ NO

4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral.

☒ SI☐ NO

5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo.

☒ SI☐ NO

6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido.

☒ SI☐ NO

7. Le fueron suministrados protectores auditivos.

☒ SI☐ NO

8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral.

☒ SI☐ NO

9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permite realizar sus actividades con normalidad.

☒ SI☐ NO

10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo.

☒ SI☐ NO

CRITERIOS DE VALORACIÓN

MUY DEFICIENTE

DEFICIENTE

MEJORABLE

ÓPTIMO

1-3/10

4-5/10

6-9/10

10/10

RESULTADO DE LA VALORACIÓN

Muy deficiente

Deficiente

Mejorable

Óptimo

SUBJETIVA

☐☐☐☐

| |
|------------------|
| ENCUESTA - RUIDO |
|------------------|

Fecha: 08 05 2013

Departamento: Generación

Área: CPF

Puesto de trabajo: Generación

1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal.

☒ SI ☐ NO

2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal.

☒ SI ☐ NO

3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración.

☒ SI ☐ NO

4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral.

☐ SI ☒ NO

5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo.

☐ SI ☒ NO

6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido.

☐ SI ☒ NO

7. Le fueron suministrados protectores auditivos.

☒ SI ☐ NO

8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral.

☒ SI ☐ NO

9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permite realizar sus actividades con normalidad.

☒ SI ☐ NO

10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo.

☒ SI ☐ NO

| CRITERIOS DE VALORACIÓN | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MUY DEFICIENTE | | DEFICIENTE | MEJORABLE | ÓPTIMO |
| 1-3/10 | | 4-5/10 | 6-9/10 | 10/10 |
| RESULTADO DE LA VALORACIÓN | | | | |
| | Muy deficiente | Deficiente | Mejorable | Óptimo |
| SUBJETIVA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| |
|------------------|
| ENCUESTA - RUIDO |
|------------------|

Fecha: 08 / 05 / 2013

Departamento: Polvor Generation

Área: CPE

Puesto de trabajo: Ayudante Mecánico

| | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Cuando conversa a una distancia de medio metro mantiene un tono de voz normal. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 2. Escucha una conversación a la distancia de 2 m en tono normal. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 3. El nivel de ruido en su entorno laboral le permite mantener la concentración. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 4. Considera aceptable el nivel de ruido en su ambiente laboral. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 5. Escucha con claridad las alarmas u otros sonidos asociados a su trabajo. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 6. Recibió capacitación sobre el Riesgo-Ruido. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 7. Le fueron suministrados protectores auditivos. | <input type="radio"/> SI | <input checked="" type="radio"/> NO |
| 8. Utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 9. Los protectores auditivos reducen el nivel de ruido en el ambiente de trabajo y le permite realizar sus actividades con normalidad. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
| 10. Existe señalización sobre la obligatoriedad del uso de los protectores auditivos en su área de trabajo. | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |

| CRITERIOS DE VALORACIÓN | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MUY DEFICIENTE | DEFICIENTE | MEJORABLE | ÓPTIMO | |
| 1-3/10 | 4-5/10 | 6-9/10 | 10/10 | |
| RESULTADO DE LA VALORACIÓN | | | | |
| | Muy deficiente | Deficiente | Mejorable | Óptimo |
| SUBJETIVA | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |