

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

ESCUELA INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE BACHILLERATO



**Programa de Conservación Auditiva para el Proceso de Laminación de la
Planta ArcelorMittal Guápiles**

REALIZADO POR: Brayan Mauricio Sánchez Arce

PROFESOR ASESOR: Esteban Arias Monge

ASESOR INDUSTRIAL: Luis Méndez Bendaña

II Semestre 2015

**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL
PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal examinador integrado por los profesores Gabriela Morales Martínez y Andrés Robles Ramírez, como requisito para optar al grado de Bachiller en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del profesor asesor Esteban Arias Monge.



Gabriela Morales Martínez

Profesor evaluador



Andrés Robles Ramírez

Profesor evaluador

Esteban Arias Monge

Profesor Asesor



Estudiante

Brayan Sánchez Arce

Cartago, 23 de febrero de 2016

Agradecimientos

Primeramente quisiera agradecerle a Dios por ofrecerme la oportunidad de estudiar, brindándome las herramientas necesarias en el transcurso de mis estudios y las cuales fueron de suma importancia para llegar hasta este momento, a su vez le agradezco por siempre darme las fuerzas necesarias para seguir adelante permitiéndome superar cualquier obstáculo que se me presentará.

Quiero agradecer a mi familia, a mis padres quienes me mantuvieron firme durante este proceso, apoyándome y comprendiéndome en todo momento, a mis hermanos quienes me apoyaron y ayudaron en todo lo que pudieran, en general a todos ellos que me hicieron saber que estaban ahí y con quienes comparto este logro obtenido.

A mis amigos tanto fuera como dentro de la institución que me brindaron su apoyo y me deseaban lo mejor, especialmente les quiero agradecer a Alejandra, Mariela y Natalia con quienes comparto este proceso, estando presentes en los buenos y malos momentos brindándome sus palabras de apoyo y comentarios que me permitían mejorar como profesional.

Al personal de la empresa ArcelorMittal quienes desde el comienzo me recibieron con las puertas abiertas para el desarrollo del proyecto, y todo el apoyo y ayuda que me ofrecieron.

En general, quiero agradecer a cada una de las personas cercanas cada uno de los momentos y palabras de apoyo así como los momentos vividos en compañía de ellos, por las veces que estuvieron para escucharme.

Dedicatoria

A mi familia, mi madre Edith Arce, mi padre Javier Sánchez, a mis hermanos y mi sobrina Ana Lucia, quienes estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, aunque no se expresarán con palabras pero fueron un apoyo esencial y con ellos comparto este logro.

Resumen

El presente proyecto se desarrolla en la Planta de producción de ArcelorMittal ubicada en Guápiles, la cual se dedica a la producción de aceros largos y cuenta con 95 trabajadores para distintos departamentos.

Evaluaciones realizadas evidenciaron que los niveles de presión sonora presentes en el área de proceso de productos laminados se encuentran por encima del límite máximo de exposición permisible según la legislación de Costa Rica, por lo tanto, sus trabajadores se podrían estar exponiendo a condiciones laborales de riesgo para su salud.

Por lo tanto, por medio de la elaboración de este proyecto se pretende mejorar las condiciones laborales en esta área mediante la implementación de un Programa de Conservación Auditiva, el cual ofrecerá procedimientos y controles tanto administrativos como ingenieriles para el control de la exposición a ruido ocupacional por parte de los trabajadores, así como el proporcionar procedimientos para la educación y formación de los trabajadores en el tema de ruido.

Es necesario intervenir por el mejoramiento de estas condiciones de trabajo, ya que los trabajadores expuestos a ruido elevado pueden sufrir efectos hacia su salud, así como alteraciones en su estado emocional y mental, derivando en reducción en su desempeño exitoso, productividad y aumento en la accidentabilidad, en esto radica la importancia del presente proyecto.

Por medio de diferentes metodologías se obtuvieron como principales resultados que los trabajadores se encuentran sobre expuestos a ruido durante el desarrollo de las tareas, donde los NSCE calculados oscilan entre los 90.39 dB(A) y los 99.06 dB(A), sobrepasando los 85 dB(A) límite máximo establecidos por la legislación nacional para exposición a ruido durante jornadas no mayores a 8 horas, pues los valores de NSCE están 5.39 dB(A) y 14.06 dB(A) por encima de este valor límite.

Con base en los resultados obtenidos se determinaron las necesidades que debe abarcar el programa de conservación auditiva a través de sus apartados, dentro de los cuales se encuentran: monitoreo de la exposición, controles ingenieriles y administrativos, capacitación, equipo de protección auditivo, vigilancia de la salud y evaluación.

Palabras Clave: Ruido, conservación auditiva, niveles de presión sonora, riesgos a la salud, exposición laboral, límites de exposición, controles y procedimientos.

VII. Tabla de contenido

VIII. ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
IX. Índice de tablas.....	12
A. Identificación de la empresa	13
1. Misión	13
2. Visión.....	13
3. Valores	13
4. Antecedentes Históricos	14
5. Ubicación Geográfica.....	14
6. Organización.....	14
7. Número de empleados	17
8. Tipos de producto	17
9. Mercado	17
10. Proceso productivo	17
B. Descripción del problema	19
C. Justificación	19
D. Objetivos.....	22
Objetivo General.....	22
Objetivos específicos.....	22
E. Alcance	22
F. Limitaciones	22

X. Marco Teórico	23
XI. Metodología	28
A. Tipo de Estudio	28
B. Fuentes de información	28
1. Fuentes primarias	28
2. Fuentes secundarias	28
3. Fuentes terciarias	28
C. Población y muestra	28
1. Encuestas y entrevistas a trabajadores	29
2. Audiodosimetrías	30
D. Operacionalización de variables	31
E. Descripción de herramientas	35
F. Plan de análisis	40
G. Cronograma	44
H. Riesgos del Proyecto	45
I. Presupuesto	49
XII. Análisis de situación actual	50
XIII. Conclusiones	70
XIV. Recomendaciones	72
XV. Alternativa de solución	73

I.	Aspectos generales	79
A.	Introducción	79
B.	Objetivos	79
C.	Metas	80
D.	Alcance	80
E.	Limitaciones	81
F.	Política de Seguridad y Salud	81
G.	Equipo de trabajo para el programa de conservación auditiva	81
H.	Funciones y responsabilidades	83
I.	Definiciones	85
J.	Organización del programa de conservación auditiva	89
II.	Monitoreo de la exposición de ruido	91
	Frecuencia de las mediciones	92
A.	Procedimientos	93
	A.1. Procedimiento de Mapa de ruido	93
	A.2. Procedimiento de estudio de áreas por muestreo	95
	A.3. Procedimiento de estudio puntual de fuentes	99
III.	Propuestas ingenieriles de control de ruido	105
A.	Controles ingenieriles	106
	1. Aplicación de alternativa de solución de control de ruido sobre los rodillos de las máquinas de enderezado y corte en frío	106

Método de verificación	108
2. Aplicación de alternativa de control de ruido sobre la válvula de freno de la máquina de corte en frío	110
3. Aplicación de alternativa de control de ruido sobre el ventilador de combustión del horno	113
B. Costos implicados para las alternativas de control propuestas	115
IV. Capacitación del personal	117
A. Contenidos de las capacitaciones	118
B. Evaluación del rendimiento de las capacitaciones	120
C. Costos de impartir las capacitaciones	121
V. Equipo de protección auditiva (EPA)	122
B.1. Especificaciones para la selección del equipo de protección auditiva	123
B.2. Procedimiento de uso, mantenimiento y suministro	126
B.3. Equipo de protección auditiva propuesto	127
VI. Vigilancia de la salud	129
C.1. Consideraciones generales	130
C.2. Procedimientos	131
C.5. Casos especiales	133
VII. Evaluación y seguimiento	135
D.1. Procedimiento	135
VIII. Conclusiones	140

IX. Recomendaciones.....	141
X. Apéndices del programa de conservación auditiva	142
VIII. Bibliografía.....	161
IX. Apéndice.....	167

VIII. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Organigrama general de ArcelorMittal Costa Rica.	15
Figura 1. 2. Organigrama de Recursos Humanos de ArcelorMittal Costa Rica	16
Figura 3. 1. Diagrama de Plan de análisis	43
Figura 3. 2. Cronograma	44
Figura 4. 1. Relación entre edad de cada trabajador, antigüedad en el puesto y tiempo de laborar en la empresa	52
Figura 4. 2. Grado de conocimiento de los trabajadores sobre el tema de ruido	53
Figura 4. 3. Resultados de las pruebas audiométricas realizados del año 2011 al 2014	55
Figura 4. 4. Distribución de los cuadrantes del mapa de ruido.....	59
Figura 4. 5. Promedio de los niveles de presión sonora por cuadrante para el mapa de ruido.....	60
Figura 4. 6. Distribución de los NPS respecto a su promedio en función de la hora de medición.....	61
Figura 4. 7. Distribución del muestreo aleatorio para el sector de evacuación y bodega de producto terminado.....	63
Figura 4. 8. Distribución del muestreo aleatorio por área para el sector de laminación, horno y bodega de materia prima.....	63

IX. Índice de tablas

Tabla 3. 1 Operacionalización del objetivo 1	31
Tabla 3. 2.Operacionalización del objetivo 2	33
Tabla 3. 3. Operacionalización del objetivo 3.....	34
Tabla 3. 4. Medidas cualitativas de consecuencia e impacto	45
Tabla 3. 5. Medidas cualitativas de probabilidad	45
Tabla 3. 6. Matriz de análisis de riesgo cualitativo – nivel de riesgo	46
Tabla 3. 7. Matriz de valoración de riesgos	47
Tabla 3. 8. Planes de acción para los riesgos.....	48
Tabla 3. 9. Presupuesto del proyecto	49
<i>Tabla 4. 1. Características estructurales del paraca de proceso de productos laminados</i>	50
Tabla 4. 2. Factores organizacionales del trabajo y uso del EPA	51
Tabla 4. 3. Medidas de intervención implementadas por ArcelorMittal	54
Tabla 4. 4. Barrido de frecuencias en el punto crítico para cada fuente de interés	64
Tabla 4. 5. Porcentajes de dosis, NSCE proyectados a 8 horas diarias y tiempos máximos de exposición ara cada trabajador.....	66
Tabla 4. 6. Medición del NPS a nivel del oído de los trabajadores para evaluar el equipo de protección auditiva.....	68
Tabla 4. 7. NSCE resultantes tras la aplicación de reducción de ruido ofrecido por cada uno de los equipos de protección por medio del método OSHA	68

Introducción

A. Identificación de la empresa

ArcelorMittal es el principal productor siderúrgico y minero mundial, con aproximadamente 232.000 empleados en más de 60 países, ocupando una posición de liderazgo en todos los principales mercados mundiales del acero, incluyendo el automóvil, la construcción, los electrodomésticos y los envases, siendo uno de los cuatro mayores productores de la comunidad de Estados independientes. (Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal, 2015)

A nivel nacional ArcelorMittal cuenta con tres instalaciones, las oficinas administrativas, el centro de distribución y la planta de productos laminados. La planta de ArcelorMittal de productos laminados ubicada en Guápiles, se especializa en la producción de aceros para la industria y la construcción, con una planta productiva de laminación en caliente, ofreciendo como su principal producto rollos de varillas. (Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal, 2015)

En ArcelorMittal se labora bajo la filosofía de que todas las actividades de producción del acero se deben realizar en forma segura y sostenible, además cuenta con certificaciones de calidad ISO-9001, ISO-14001 e OHSAS 18001. (Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal, 2015)

1. Misión

“Comercializar competitivamente productos ArcelorMittal, enfocados en la construcción civil, a través de la gestión integrada de los procesos, capitalizando las sinergias con ArcelorMittal mundial”. (ArcelorMittal, 2015)

2. Visión

“Ser líder de mercado en América Central y contar con presencia en el mercado del Caribe siendo benchmark de ArcelorMittal en seguridad y gestión del negocio”. (ArcelorMittal, 2015)

3. Valores

Calidad

“Nuestra visión trasciende los límites del presente para imaginar cómo será la siderurgia del mañana”.

Sostenibilidad

“Lideramos la evolución de la siderurgia para asegurar el mejor futuro posible para la industria y para las generaciones venideras”.

Liderazgo

“Nuestra clara visión de futuro nos permite crear constantemente nuevas oportunidades”. (ArcelorMittal, 2015)

4. Antecedentes Históricos

Para el 1962, se instaló la Laminadora costarricense, siendo así la primer compañía fabricadora de varillas, está se ubicó en San José. En 1974, se instala la primera trefilería de acero, nombrada Trefilería Colima, ubicada también en San José. Para el 2001, se instaló a nueva planta de Trefilación en Orotina. En el 2003, finalizó la construcción de la nueva planta de laminación de varillas. En el 2006, Belgo Arcelor adquirió el 50% de las acciones de ambas compañías. Para este mismo año Arcelor Group se fusiona con Mittal Steel creando la compañía más grande de acero: ArcelorMittal. En el 2008 ArcelorMittal adquirió el 50% de las acciones restantes de la compañía. Ubicándose en el 2011 como el primer cliente en la red de distribución. Y finalmente en el año 2014 se dio la apertura del Centro de Distribución. (Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal, 2015)

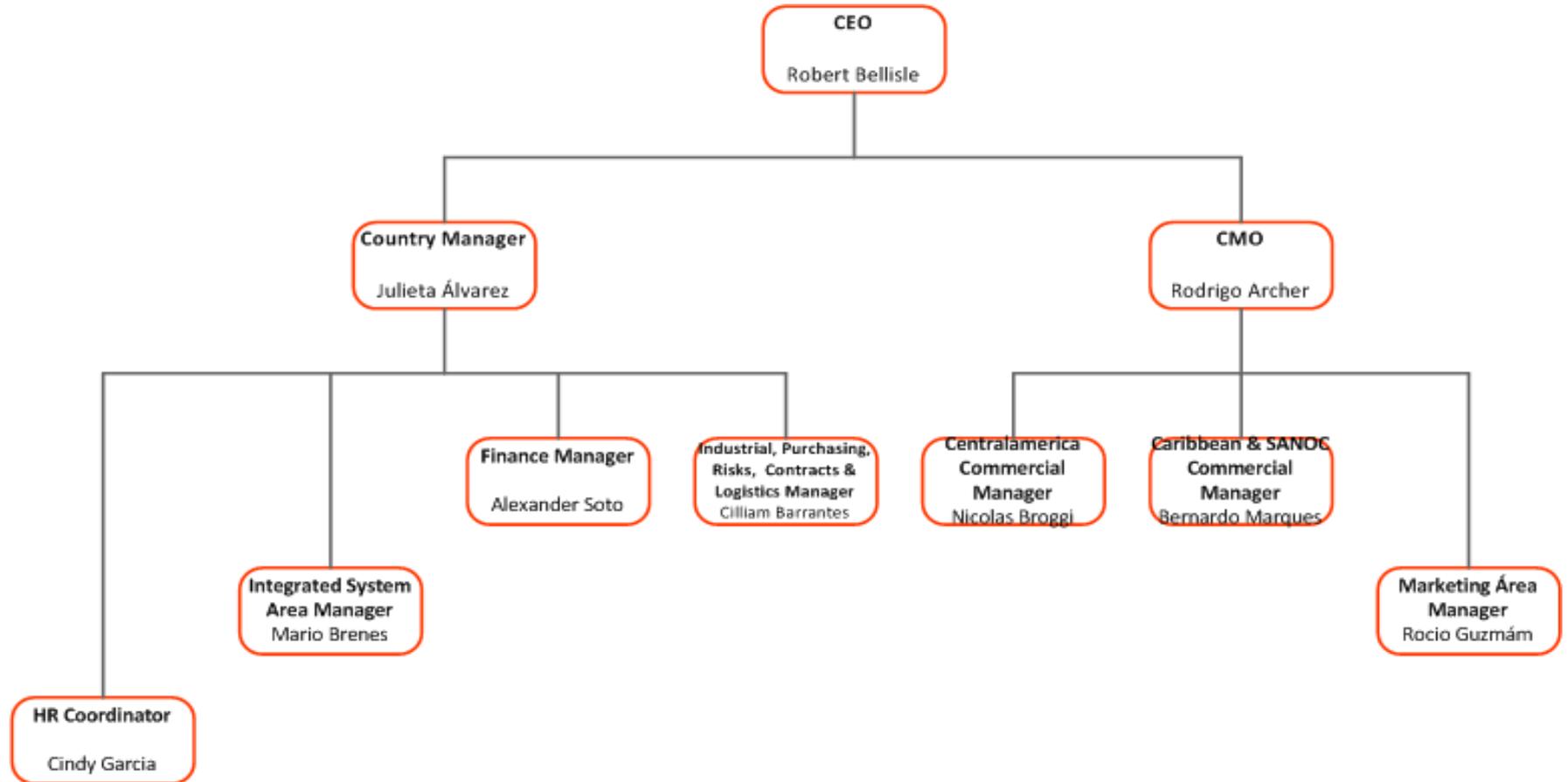
5. Ubicación Geográfica

La empresa ArcelorMittal se encuentra ubicada en el Distrito de Jiménez, cantón de Pococí, provincia de Limón, contemplando un área de 25 000 m². Está se divide en área de oficinas, planta de procesos productivos, bodegas de almacenamiento y sector de producto terminado.

6. Organización

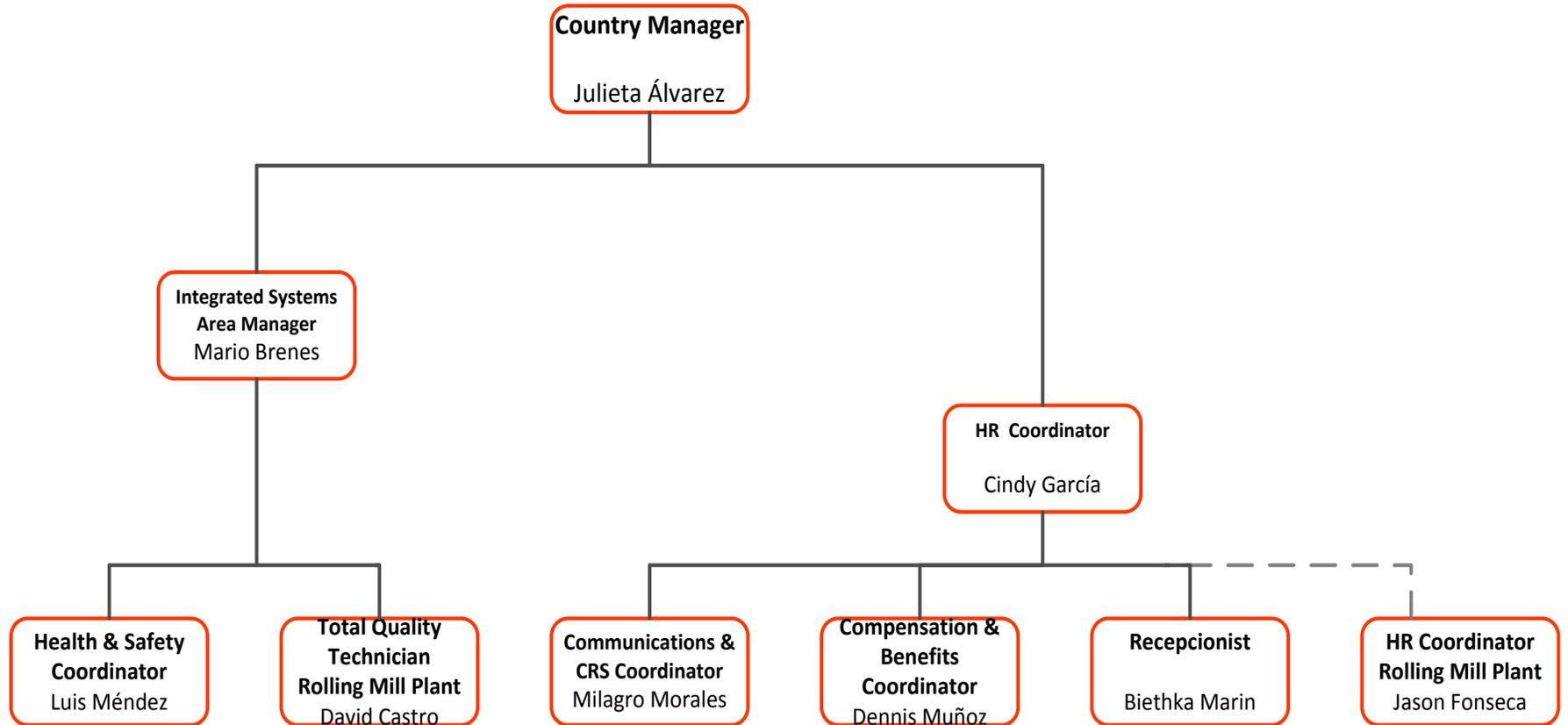
A continuación se muestra la manera en la cual se encuentra distribuida la organización de la empresa ArcelorMittal Costa Rica, así como sus instalaciones en Guápiles y la respectiva ubicación de Salud Ocupacional en éste.

Figura 1. 1. Organigrama general de ArcelorMittal Costa Rica.



Fuente: Departamento de Recursos Humanos de ArcelorMittal Costa Rica, 2015

Figura 1. 2. Organigrama de Recursos Humanos de ArcelorMittal Costa Rica



Fuente: Departamento de Recursos Humanos de ArcelorMittal Costa Rica, 2015

Como se puede observar en la Figura 1.1 la dirección de ArcelorMittal se encuentra bajo el mando del Gerente del país, esta organización a su vez se encuentra compuesta por gerentes de diferentes áreas como lo son: Recursos Humanos, Finanzas, área de sistemas integrados y logística, industria, contrataciones, adquisición y riesgos.

En lo correspondiente al departamento de Salud y Seguridad, este se encuentra bajo la dirección de la Gerencia del área de sistemas integrados, tal como se aprecia en la Figura 1.2

7. Número de empleados

La Planta ArcelorMittal Guápiles cuenta con un total de 91 personas, entre operadores en planta y administrativos. La producción se mantiene a lo largo del día, desde lunes a viernes, por lo tanto se cuenta con 2 turnos de trabajo con jornadas que van de 6:00 am a 6:00 pm y de 6:00 pm a 6:00 am esto para el personal en planta, mientras que para el sector administrativo el horario va de 6:00 am a 6:00 pm de lunes a viernes.

8. Tipos de producto

La Planta ArcelorMittal Guápiles ofrece una diversidad de productos, entre los cuales se pueden encontrar: varillas cuadradas, varillas corrugadas, angulares, planillas, vigas U, varillas lisas, entre otros.

9. Mercado

Además de abastecer a Costa Rica, ArcelorMittal se encarga de satisfacer las necesidades de sus clientes en más de 170 países. Ocupando una posición de liderazgo en el mercado siderúrgico en Norteamérica, Latinoamérica, Europa y África. Además de contar con proyectos a través de sociedades en Oriente Medio y China.

10. Proceso productivo

Para efectos del presente proyecto, el proceso productivo abarca la totalidad del proceso de laminado. Dicho proceso da inicio desde la almacenada de la materia prima, específicamente lingotes, en los cuales la longitud aproximada es de 12 metros y un peso de dos toneladas.

Inicialmente el acero (lingote) es sometido a altas temperaturas (1160 °C) en el interior de un horno galopante, durante aproximadamente dos horas, posteriormente sufre reducciones sucesivas en un tren de laminación continuo, como resultado de pasar a través

de las cajas compuestas por cilindros de laminación, se forman los productos requeridos, de acuerdo a un diseño específico

Durante el proceso de calentamiento la palanquilla, genera una capa superficial denominada “casquilla” la cual, es necesario retirar con agua a alta presión e iniciar el proceso de laminación en el desbaste, el cual está compuesto por seis cajas de laminación en continuo.

Posteriormente, pasa al primer tren intermedio. El tren intermedio #1 y #2, compuesto de ocho cajas de laminación realizan una función similar al desbaste, con reducciones que no son tan fuertes como el anterior; la tensión del material entre cada caja es controlada de manera electrónica para evitar malformaciones durante el proceso por estiramientos no deseados en el material.

Finalmente, el tren acabador se encarga de darle las dimensiones finales del producto.

Opcionalmente, se encuentra la sección de “termoproceso” donde se le aplica agua en cantidades y presiones controladas al producto terminado. Posteriormente los productos pasan a una mesa de enfriamiento donde, de forma natural, reducen su temperatura hasta los 200 °C. En la mesa de enfriamiento se toman muestras del lote de producción para el laboratorio de calidad.

Al final de la mesa de enfriamiento se encuentra la cizalla que da el corte a la medida comercial ya sea ésta de 6, 9 ó 12 metros de longitud para las varillas o perfiles que se estén laminando. Éstos son atados y etiquetados para posteriormente almacenarlos en la bodega de producto terminado y planificar su distribución en el mercado.

B. Descripción del problema

Un estudio realizado en la Planta ArcelorMittal Guápiles por el Instituto Tecnológico de Costa Rica en el año 2007 (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2007), permitió evidenciar por medio de un análisis en los puestos de trabajo que los trabajadores que desempeñan sus labores en éstos se encontraban expuestos a niveles de presión sonora que sobrepasan los 85 dB(A) permitidos por la legislación nacional para jornadas laborales que no sobrepasen las 8 horas (Decreto N° 10541-TSS, 1979). Los niveles de presión sonora registrados en dicho estudios van desde los 74, 5 dB (A) hasta los 91, 8 dB(A), donde solamente 6 de los puestos presentaban niveles de presión sonora inferiores a los 85 dB(A).

Por otra parte en lo concerniente a la vigilancia de la salud de los trabajadores, actualmente en la Planta de ArcelorMittal ubicada en Guápiles, tras un estudio audiométrico realizado a finales del año 2014 dirigidos a la población trabajadora, se pudo observar que 11 de las 89 personas evaluadas presentaban alguna alteración en uno o ambos oídos, donde dos personas fueron remitidas a un otorrinolaringólogo de la CCSS para una valoración más profunda de su capacidad auditiva (aún no han sido valorados) (Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal, 2014).

En este sector se encuentran laborando un total de 32 trabajadores para los dos turnos de trabajo con los que se cuenta, éstos personas se encuentran distribuidas en tres sectores del proceso, los cuales son evacuación, laminación y el horno. La duración de la jornada de trabajo es de doce horas diarias de las cuales la planta detiene su producción durante 2 horas y media para labores de mantenimiento y el almuerzo, siendo la exposición real a ruido de 9 horas y media.

Esta exposición continua al ruido trae repercusiones no sólo a la salud de los trabajadores, sino también a la empresa, la cual puede ver afectada tanto su imagen, debido al incumplimiento de su propia política de seguridad y el incumplimiento de auditorías internas, sino que además puede ver afectado el sector económica, por disminución del rendimiento y producción de los trabajadores, así como el costo asociado a las indemnizaciones o gastos médicos asociados a los trabajadores por daños a su salud.

C. Justificación

El ruido contaminante físico que se manifiesta más reiteradamente en el lugar de trabajo (Edo & Dolores, 2013). En el 2005 se registró que alrededor de un tercio de los europeos se encontraban expuestos a niveles de ruido peligrosos en su lugar de trabajo, donde un

7% de la población padece problemas auditivos relacionados con el trabajo (Baraza, Castejón, & Guardino, 2014).

En la industria del acero la exposición de los trabajadores a niveles de ruido elevados es uno de los principales problemas con los que debe lidiar la empresa, donde al menos la mitad de los trabajadores que laboren en este campo tienden a sufrir pérdida auditiva (OIT, 2012).

Como resultado de la exposición a los niveles de ruidos elevados se pueden generar una serie de consecuencias negativas, donde, a mediano plazo, se presenta una alteración temporal de la capacidad auditiva. Mientras que los efectos a largo plazo tienden a generar diversas alteraciones en la salud, como lo son: el vértigo, dolor de cabeza, efectos fisiológicos a nivel cardiovascular, digestivo, entre otros (Henaó R. F., 2007), efectos psicológicos (alteraciones en el comportamiento, estrés, ansiedad, baja concentración), y finalmente la pérdida de la capacidad auditiva o Hipoacusia, la cual se agrava progresivamente conforme la persona se continúe exponiendo al mismo ambiente laboral (Mancera, Mancera, & Mancera, 2012).

Por tales motivos, el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) considera la pérdida de la capacidad auditiva como 1 de los 21 temas de prioridad de investigación, esto es producto de que alrededor de 30 millones de trabajadores se encuentran expuestos a ruidos en su lugar de trabajo los cuales son considerados como peligrosos, donde además se han incurrido en gastos millonarios por indemnizaciones a trabajadores asociados a la pérdida en la capacidad auditiva. (Álvarez, 2011)

Según Ochoa & Bolaños (2009) el personal que se ve afectado por la exposición al ruido tiende a presentar una disminución en su efectividad y variaciones en su estado de ánimo, dichos cambios ocasionan problemas de falta de concentración y ansiedad a la hora de realizar diversos trabajos, trayendo como consecuencia la disminución en su rendimiento y eficacia, junto con un aumento en los accidentes, donde estas alteraciones pueden traer repercusiones para la empresa, ya sea en su economía, producción y seguridad e higiene laboral.

En el área de proceso de laminado de ArcelorMittal en un estudio realizado por el Departamento de Salud Ocupacional a inicios del año 2015, permitió determinar por medio de la metodología de mapa de ruido, que los niveles de ruido ambiental actuales oscilan

entre un mínimo registrado de 64.34 dB(A) correspondiente al pupitre del horno hasta un nivel máximo de 95.98 dB(A) correspondiente a la Laborde encabezado en el sector de evacuación. Siendo necesaria una valoración más profunda de las condiciones de exposición de los trabajadores al ruido.

Es por tales motivos que la empresa ArcelorMittal se ve en la obligación de implementar medidas de control que mejoren la situación actual que vive el personal del área de proceso de laminado con respecto al ruido, a fin de proteger la salud auditiva del personal. Además con el afán de cumplir con la política de Seguridad y Salud de la empresa, la cual menciona entre otras cosas el establecer un proceso eficaz para prevenir todos los accidentes y enfermedades profesionales, se ve en la obligación de la realización y ejecución de un programa que le permita a la organización cumplir con este compromiso adoptado.

La implementación de un programa de conservación auditiva eficiente trae beneficios como la prevención temprana de pérdidas auditivas, la reducción del estrés y fatiga relacionados con la exposición al ruido (OIT, 2012). Para el empresario los beneficios obtenidos sería el mantener a sus empleados con buenas condiciones de audición, donde estos serán más productivos, versátiles y se disminuirá el porcentaje de accidentes (OIT, 2012). Además de permitir el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento para el Control de Ruido y Vibraciones vigente en Costa Rica y la norma INTECO 31-09-16-00.

D. Objetivos

Objetivo General

Proponer un programa de conservación auditiva para el área de proceso de laminado de la Planta ArcelorMittal ubicada en Guápiles.

Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones y factores de exposición de los trabajadores al ruido en el área bajo estudio.
- Determinar las medidas de prevención implementadas actualmente por ArcelorMittal en lo correspondiente al tema de control de ruido para el área en estudio.
- Diseñar el programa de conservación auditiva para el área de proceso de laminado de la Planta ArcelorMittal en Guápiles.

E. Alcance

El desarrollo del programa de conservación auditiva se orienta de manera puntual al personal que labora en el área de proceso de laminado realizado en la cadena productiva de ArcelorMittal, Guápiles, el mismo será diseñado a partir de las condiciones actuales de ejecución de labores y distribución física de la planta. Además dentro del programa de conservación auditiva no se incluyen los aspectos relativos a los efectos no traumáticos de la exposición ocupacional a ruido.

La implementación del programa de conservación auditiva tiene como principal objetivo el prevenir y controlar la aparición de pérdidas auditivas a causa de la exposición ocupacional a ruido, donde para lograr dicho fin se implementarán controles tanto ingenieriles como administrativos que permitan reducir el nivel de presión sonora percibido por los trabajadores hasta niveles seguros (<85 dB(A)), así como vigilancia a la salud, educación y formación a los trabajadores.

F. Limitaciones

Este programa de conservación auditiva sólo puede ser utilizado como guía para la implementación en otros sectores o procesos, debido a que las condiciones en dichos lugares serán diferentes con respecto al presente proyecto.

La presencia de cualquier cambio en los procesos o nuevos equipos requiere de la revaloración y adaptación del presente programa de conservación auditiva.

X. Marco Teórico

El ruido se puede definir como: “*un conjunto de ruidos inteligibles y no coordinados, cuya sensación resulta desagradable y que además interfiere en la actividad humana*” (Baraza, Castejón, & Guardino, 2014).

Actualmente, la exposición ocupacional a ruido es la problemática líder en el mundo para los países industrializados, siendo la segunda causa más común de la deficiencia auditiva neurosensorial, sobrepasada únicamente por la presbiacusia (Kowalska & Pawelczyk, 2013). La pérdida de audición por exposición a niveles altos de ruido representa cerca de un tercio de las enfermedades de trabajo en Europa, siendo la enfermedad que se presenta con mayor frecuencia en la Unión Europea (Fernández, Quintana, Chavarría, & Ballesteros, 2009).

Para el caso de las industrias del acero se ha podido observar que los trabajadores se encuentran expuestos a ruido que oscilan entre los 85 decibeles, presentando tiempos de exposición consistentes para toda la jornada de trabajo, esto para cada día de trabajo (Bockstael, Bruyne, Vinck, & Botteldooren, 2013).

El ruido industrial representa un contaminante de gran interés, que puede influir de forma negativa en la salud de los trabajadores (Hernández & González, 2007). Los factores ambientales como el ruido, los cuales pueden tener efectos sobre la salud, la productividad y el rendimiento de los trabajadores convirtiéndose el efecto del ruido sobre la productividad del trabajador en una preocupación importante (Naravane, 2009).

Las repercusiones económicas derivadas de la exposición al ruido en las industrias son sumamente altas, donde por ejemplo, en Estados Unidos en el año 1991 los costos de indemnizaciones por pérdida de la audición fueron de \$242 millones de dólares, mientras que indemnizaciones y la adquisición de audífonos en Columbia asociados al mismo tema oscilan entre los \$54 millones de dólares, sumándole a esto los costos de ahorro en un programa de conservación auditiva para el ejército de los Estados Unidos el cual fue de \$504 millones (Álvarez, 2011).

Con los estudios realizados a lo largo del tiempo han permitido determinar la existencia de varios factores de riesgos que influyen en la alteración de la capacidad auditiva, entre éstos el más común es la intensidad del ruido, donde exposiciones a niveles superiores a

los 80 dB representan un riesgo para la salud de las personas. Otros factores a considerar son la frecuencia y el tiempo de exposición, determinándose que se es más susceptible a frecuencias ubicadas entre 3000 y 6000 Hz, mientras que para el tiempo de exposición este va de la mano con la frecuencia del ruido y la existencia de medidas para reducir el ruido percibido por la persona (Urbina, 2011).

Otro aspecto a tener en consideración son la clasificación de los tipos de ruido, estos se pueden caracterizar por su comportamiento a lo largo del tiempo en: estable, fluctuante, intermitente y de impacto (Mancera, Mancera, & Mancera, 2012). A través de un estudio se puede identificar que para estos tipos de ruido la frecuencia es el atributo presente que tiene un mayor impacto en el rendimiento humano, siendo el ruido intermitente el que representa un mayor efecto sobre la persona. A su vez las frecuencias ubicadas por encima de los 2000 Hz tienden a reducir más la eficiencia de la persona en comparación con aquellas frecuencias menores a los 2000Hz (Nassiri, y otros, 2015).

La susceptibilidad al ruido difiere de un individuo a otro, donde, aunque una serie de personas se encuentren expuestos a niveles de ruido similares no necesariamente todos los individuos de éste grupo tienden a desarrollar pérdida en su capacidad auditiva, esto debido a que en la alteración de la capacidad auditiva interfieren factores tanto ambientales como genéticos (Kowalska & Pawelczyk, 2013).

En general se pueden ver involucrados varios factores genéticos que se relacionan con la pérdida de la capacidad auditiva, entre los aspectos genéticos uno de los factores es el estrés oxidativo (desequilibrio en la producción de radicales reactivos del oxígeno y antioxidantes incapaces de controlarlo), el cual puede tener efecto en la susceptibilidad de la persona al ruido dependiendo de los niveles de ruido al cual se encuentra expuesto. Otro factor genético de importancia es el k⁺ (Potasio), el cual tiene una gran importancia en la audición, donde si la presencia de mayores niveles de presión sonora la presencia de K⁺ aumenta ocasiona mayor susceptibilidad del individuo al ruido (Kowalska & Pawelczyk, 2013).

También es necesario tomar en cuenta aquellos factores como la edad y el género (Hernández & González, 2007). Debido a que en el caso del género parece haber una diferencia a la susceptibilidad en la pérdida de audición inducida por ruido, ya que en las mujeres durante el ciclo de ovulación tienden a presentar alteraciones a nivel de la cóclea

que induce a una mayor agudeza auditiva (Al-Mana, Ceranic, Djahanbakhch, & Luxon, 2010).

Es conocido que el ruido como agente contaminante puede afectar la salud de las personas que se encuentran expuesta en diversos sistemas del cuerpo humano, uno de los efectos que talvez se presenta comúnmente es el malestar que induce a una interferencia a las actividades en curso, además los trabajadores pueden tender a mostrar pérdida de atención y concentración, lo cual a la hora de desarrollar sus tareas puede terminar en una reducción de su rendimiento y aumento de los accidentes (Chávez, 2006). También se pueden asociar otras alteraciones a la salud como lo son: efectos fisiológicos como: el aumento de la presión arterial, aumento del ritmo cardíaco, arritmia cardíaca, vasoconstricción (Ismaila & Odusote, 2014), cambios en la frecuencia respiratoria; efectos psicológicos como: cambios del comportamiento y del carácter, estrés, trastornos de sueño; y la pérdida de la audición, siendo el padecimiento más conocido sobre la salud humana (Chávez, 2006).

Legislación y normativa

A nivel internacional varias organizaciones producto de las investigaciones realizadas en el tema de ruido han decidido como medida de prevención de afectaciones a la salud de los trabajadores el establecer límites de exposición a ruido, tal es el caso de ACGIH que fija límites en 85 dB(A) para jornadas laborales de 8 horas (ACGIH, 2015) . En el caso de ISO, este fija el límite en 90 dB (A) para semanas de 40 horas (5 días de trabajo de 8 horas). Ambos criterios cuentan con un factor de equivalencia que permite determinar el tiempo de exposición acorde a la intensidad del ruido, lo que significaría para el caso de ACGIH reducir el tiempo de exposición a la mitad cuando se presente un aumento de 5 decibeles en el nivel sonoro (base 5), con respecto a la ISO esta reducción del tiempo de exposición se presenta cuando el aumento es de 3 decibeles (base 3). (Rodellar, 2009)

Igualmente el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés), recomienda como límite de exposición (REL) para la exposición a ruido ocupacional 85 dB(A) para jornadas laborales de 8 horas, utilizando el criterio de base 3. (NIOSH, 1998). Por otra parte, OSHA recomienda un límite de exposición permisible (PEL) para la exposición al ruido de 90 dB (A) para jornadas laborales de 8 horas, utilizando un tipo de cambio de 5 (base 5) (OSHA, 2015).

En Costa Rica, la regulación respectiva a la exposición a ruido en los lugares de trabajo viene dada por el Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Decreto N° 10541-TSS, 1979), donde, específicamente el artículo 7, establece como límite 90 dB (A) para lugares de trabajo con presencia de ruidos intermitentes o de impacto, mientras que para aquellos trabajos con exposición a ruidos continuos no se podrá exceder los 85 dB (A).

Además se cuenta con la normativa INTE 31-08-02-00. *Higiene industrial. Medio ambiente laboral. Determinación del nivel sonoro continuo equivalente en los centros de trabajo* (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2001), la cual establece métodos para determinar los niveles de presión sonora a la cual se exponen los trabajadores en los lugares de trabajo, y la INTE 31-09-16-00. *Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido* (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2000), la cual ofrece los límites máximos de exposición según el nivel de presión sonora continuo equivalente.

Formas de actuación

Los métodos para hacer frente a la exposición al ruido son básicamente controles en la fuente, la trayectoria de propagación y sobre el receptor, siendo las aplicaciones de reducción de ruido más útiles: el uso de barreras, cerramientos ya sea totales o parciales, la utilización de materiales absorbentes y el uso de amortiguadores (Crocker, 2007). Además para el control de ruido se deben tener en cuenta algunos atributos del ruido como la reflexión, dispersión, absorción y refracción (Crocker, 2007)

Un cuidado que se debe tener con la implementación de protección auditiva es que ésta no garantiza la percepción del riesgo por parte de los trabajadores, teniendo que incurrir en la supervisión que ayude a mejorar su uso, por lo tanto el comportamiento deseado sería el crear en los trabajadores conciencia del riesgo al cual se exponen y de esta manera ellos se supervisarán así mismos (Bockstael, Bruyne, Vinck, & Botteldooren, 2013).

Una alternativa de prevención es el uso de una estrategia farmacológica, la cual reduce la susceptibilidad a lesiones a nivel del oído interno (Bielefeld, 2015). Una de las estrategias farmacológicas es la intervención del Src PTK (proteína tirosina quinasa), proteína involucrada en un amplio conjunto de funciones celulares, es perjudicial e interviene en la pérdida de la audición. La inhibición del Src podría reducir el daño de pérdida de audición (Bielefeld, 2015). Es necesario que se empiece a considerar los controles farmacológicos, ya que aun con la implementación de las regulaciones sobre el uso de protectores auditivos

la pérdida de audición de origen ocupacional persiste (Mrena, Ylikoski, Kiukaanniemi, Mäkitie, & Savolainen, 2008).

Normalmente estos controles de ruido mencionados anteriormente tienen asociados un costo considerable que puede desalentar su aplicación a los gerentes de su aplicación. Por tal motivo en el año 2014, se desarrolló un algoritmo, que incorpora una serie de métodos de control de ruido, identificando inicialmente los trabajadores en alto riesgo, donde se obtiene una lista de trabajadores en alto riesgo. Posteriormente se deben asignar las técnicas de control más adecuados para cada trabajador en alto riesgo, buscando el costo mínimo para el control, contemplando a su vez ambos factores de tiempo de exposición y el control a seleccionar, con el fin de minimizar el costo asociado al control del ruido (Razavi, Ramezanifar, & Bagherzadeh, 2014).

Para la utilización del modelo es necesario contar con datos como: nivel de presión de ruido producido por cada fuente (en dBA), la distancia de los operadores de alto riesgo de cada fuente (en metros), la atenuación obtenida a partir de equipo personal (en dBA), el diseño de la planta, la especificación de material utilizado en el edificio, costo del equipo personal y de origen, los costos por hora de cada operador, las dimensiones de las máquinas, coeficiente de absorción de diversos materiales, y el límite de presupuesto (Razavi, Ramezanifar, & Bagherzadeh, 2014).

Finalmente, los métodos de reducción de ruido en conjunto con otras actividades conforman una de las opciones con las que se cuenta para preservar la audición de los trabajadores en una industria, la cual es el programa de conservación auditiva, este se puede definir como un programa cuyo fin es *“la prevención de las pérdidas auditivas provocadas por la exposición peligrosa al ruido en el lugar de trabajo”* (Royster y Royster, 1989 y 1990), además de educar y motivar a las personas en lo correspondiente a la protección ante ruidos peligrosos (OIT, 2012).

Según OSHA (2002) y NIOSH (1996), programa de conservación auditiva está compuesto por varias fases, como lo son: controles ingenieriles y administrativos, educación y motivación, dispositivos de protección auditiva, vigilancia a la salud por medio de pruebas audiométricas, evaluación del programa y la creación de registros.

XI. Metodología

A. Tipo de Estudio

El presente proyecto se puede considerar como un estudio de tipo descriptivo, ya que este busca especificar las características, propiedades y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice, como lo son: los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, entre otros. Es decir, miden, recolectan y evalúan diversos datos, aspectos, o componentes del fenómeno a investigar; con el fin de describir lo que se investiga. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

Además también califica como un estudio de tipo aplicado, ya que éste busca ofrecer soluciones a un determinado problema, por medio de la toma de decisiones y la evaluación, con el fin de mejorar las condiciones de un producto a proceso específico, ofreciendo mejores condiciones a la población expuesta.

B. Fuentes de información

1. Fuentes primarias

- Libros
- Reglamentos
- Normas
- Tesis
- Estudios realizados en la empresa

2. Fuentes secundarias

- Bases de datos (e-libro, Ebrary)
- Enciclopedia
- Sitios web (OSHA, NIOSH, ACGIH, INSHT)
- Artículos científicos de internet

3. Fuentes terciarias

- Entrevistas
- Encuestas

C. Población y muestra

A continuación se ofrece la información referente a la población total con la cual se procedió a trabajar, a su vez se indican las muestras con las cuales se trabajaron las diferentes herramientas.

El presente proyecto se desarrollará en el área de proceso de productos laminados de la empresa ArcelorMittal, en este sector de la planta se cuenta con un total de 32 trabajadores que se desenvuelven en tareas en los sectores del horno, proceso de laminación y el sector de evacuación del producto durante los dos turnos de trabajo con los que dispone la empresa. Seguidamente se presenta la determinación de la muestra para las diferentes herramientas.

1. Encuestas y entrevistas a trabajadores

En el área de proceso de laminados se cuenta con un total de 32 trabajadores para el turno diurno y nocturno, en lo correspondiente a la aplicación de las encuestas y entrevistas dirigidas a esta población se seleccionó como muestra la totalidad de la población bajo estudio.

Análisis en fuente

En lo que respecta a la evaluación de las fuentes generadoras de ruido, éstas se encuentran distribuidas de manera consecutivas y adyacentes una con respecto a la otra conformando finalmente una única línea de máquinas (tren de laminación), donde además todas las máquinas deben funcionar simultáneamente para la producción; es debido a estas características que la evaluación de las máquinas no se realizó de manera individual sino que se conformaron conjuntos de máquinas las cuales se visualizó como una única fuente para fines de este estudio.

Inicialmente se desarrolló un mapa de ruido que contemple lo totalidad del tren de laminación a excepción del mesa de enfriamiento, realizando el muestreo correspondiente para cada cuadrante resultante del mapeo de ruido. Con base a estos cuadrantes se segmentaron las máquinas del tren de laminación, es decir que se conformaron grupos de máquinas de acuerdo a las dimensiones de los cuadrantes diseñados para el mapeo de ruido.

Posteriormente, se procedió a seleccionar aquellos segmentos de máquinas más significativas que se encuentren dentro de las dimensiones de aquellos cuadrantes que presentaron niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A), de modo que este segmento de máquinas fue visualizado como una única fuente para la correspondiente evaluación por medio de la metodología de análisis de fuente.

2. Audiogrametrías

Para el caso de las audiogrametrías, se determinó el número de muestra de los trabajadores a evaluar a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z\alpha^2 Npq}{i^2(N - 1) + Z\alpha^2 Npq}$$

Siendo:

z_α : para un nivel de confianza del 95%, se utilizó el coeficiente $z = 1.96$

N: 32

p: 0.05

q (1-p): 0.95

i: error recomendado del 10%

n: 12 trabajadores a evaluar

A través del cálculo anterior se obtiene que de los 32 trabajadores del área bajo estudio se les realizó la evaluación personal solamente a 12 de estas personas. El muestreo se realizó a seis personas del turno de día y las restantes seis al turno de noche, seleccionando a 6 personas que laboren en el sector de evacuación, 4 del sector de laminación y 2 del sector del horno, la selección de los trabajadores se realizó tomando en cuenta el puesto que desempeña, tomando en cuenta los resultados del mapeo de ruido, el estudio de áreas por muestreo y el análisis de fuente para poder identificar a aquellos trabajadores que se encuentran expuestos a las condiciones más críticas.

D. Operacionalización de variables

Objetivo 1: Caracterizar las condiciones de exposición de los trabajadores al ruido y sus factores influyentes para el área bajo estudio.

Tabla 3. 1 Operacionalización del objetivo 1

Variable	Conceptualización
<p>Condiciones de exposición a ruido</p>	<p>Son un conjunto de factores tanto en el área de trabajo, en la organización, en los trabajadores y las tareas que desempeñan. Así como el nivel sonoro equivalente al cual está expuesto los trabajadores como consecuencia de sus labores.</p>
Indicadores	Herramientas/ Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones estructurales del local de trabajo • Condiciones de las máquinas generadoras de ruido • Tiempos de variación del tipo de producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta higiénica • Entrevistas estructurada a personal de mantenimiento y encargados de planta • Observación no participativa
<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Condiciones de exposición a ruido • Frecuencia de daños a la salud • Grado de percepción de ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista estructurada sobre el historia ocupacional de los trabajadores del área
<ul style="list-style-type: none"> • Grado de conocimiento de las personas con respecto al tema de riesgos de la exposición al ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta a los trabajadores para determinar el porcentaje de conocimiento de riesgos auditivos
<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de presión sonora por cuadrante (dB A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología de estudio de áreas por muestreo • Metodología de mapa de ruido
<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de presión sonora dB (A) en la fuente 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para el análisis puntual de fuente

<ul style="list-style-type: none"> Niveles de presión sonora en dB emitidos para distintas frecuencias en el punto crítico 	
<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de exposición diaria (% Dosis) Tiempos máximos de exposición (horas - minutos) 	<ul style="list-style-type: none"> Metodología NTP 270 para valoraciones personales Metodología para determinar el NSCE Metodología INTE 31-09-16-00 para el tiempo máximo de exposición

Fuente: Elaboración Propia

Objetivo 2. Determinar las medidas de prevención implementadas actualmente por ArcelorMittal en lo correspondiente al tema de control de ruido para el área en estudio.

Tabla 3. 2.Operacionalización del objetivo 2

Variable	Conceptualización
Medidas de prevención implementadas para el control de ruido	Son todas aquellas acciones realizadas por la empresa con la finalidad de controlar y dar seguimiento a la exposición de los trabajadores al ruido
Indicador	Herramientas / Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> • Medidas administrativas • Medidas ingenieriles • Frecuencia de realización de capacitaciones • Frecuencia de realización de exámenes médicos (audiometrías) • Equipo de protección auditiva (frecuencia, tipo de protector, atenuación brindada dB (A)) 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista estructurada al Ingeniero en Salud Ocupacional • Método OSHA para valoración del equipo de protección auditivo • Entrevista estructurada al Médico de empresa • Revisión documental de registros médicos

Fuente: Elaboración Propia

Objetivo 3. Diseñar el programa de conservación auditiva para el área de proceso de laminado de la Planta ArcelorMittal en Guápiles.

Tabla 3. 3. Operacionalización del objetivo 3

Variable	Conceptualización
<p align="center">Programa de conservación auditiva para el área de proceso de producción de laminados</p>	<p>Documento que contiene una serie de pautas y procesos a seguir para mejorar las condiciones labores, y preservar el bienestar de la salud auditiva. Controlando las condiciones ambientales de ruido en el lugar de trabajo por medio de controles ingenieriles y administrativos, aplicados ya sea en la fuente, medio y/o receptor.</p>
Indicadores	Herramientas / Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> • Componentes del programa • Cumplimiento de controles ingenieriles y administrativos que permiten la reducción de los niveles de presión sonora percibidos hasta el cumplimiento del límite máximo de exposición (85 dB (A)). • Grado de cumplimiento de capacitaciones de temas de necesidad de capacitación 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de diseño OSHA 3074 • Guía de diseño de NIOSH: Preventing Occupational Hearing Loss A Practical Guide • Guía de elaboración de programas de capacitación, propuesta por la Secretaria del Trabajo y Prevención Social (STPS), México.

Fuente: Elaboración Propia

E. Descripción de herramientas

1. Metodología de mapa de ruido

Permitió hacer una evaluación de la distribución de los niveles de presión sonora para las diferentes áreas de un local de trabajo cercanos al proceso. Por medio de la división del área donde se ubican las máquinas en cuadrantes con dimensiones que van desde los 30 m² hasta los 50 m², numerando éstos en su centro, numerando los cuadrantes en forma de “S”, posteriormente se realizaron mediciones puntuales cada 30 minutos en cada punto del cuadrante durante toda la jornada laboral (Apéndice 2). Una vez obtenidos los resultados se procedió al cálculo de los promedios logarítmicos para cada cuadrante y el análisis de estos datos por medio de gráficos de nivel de presión sonora en función del tiempo. Además se elaboró un croquis con un código de color específico del área bajo estudio donde se clasificaron los cuadrantes de acuerdo a los resultados obtenidos de las mediciones efectuadas (Martínez, 2013).

2. Metodología de estudio de áreas por muestreo

La presente metodología permitió realizar una evaluación los niveles de presión sonora de la planta, por medio de la división del área del local (a excepción del área del mapeo de ruido) en cuadrantes con dimensiones de 4 x 4 metros, dichos cuadrantes fueron numerados de 1 a N. Luego de calcular el número de muestra (n) se debe verificar que esta sea $25 \%N \leq n \leq 50 \% N$, seleccionando aleatoriamente los puntos de medición. Las mediciones se realizaron abarcando la jornada, midiendo como mínimo en dos jornadas al menos dos veces en cada una (Martínez, 2013).

Para el cálculo del número de muestra se utilizará la siguiente ecuación:

$$n = \frac{pq}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{pq}{N}}$$

Donde:

- p : probabilidad de encontrar factor de riesgo
- q : 1 - p
- E : probabilidad de error
- Z : constante equivalente de la curva normal que depende del nivel de confianza

3. Metodología de estudio de fuentes de ruido

Está metodología permite determinar los niveles de presión sonora generados por una fuente de ruido.

El procedimiento consiste en:

- Partiendo de la fuente como centro, se trazó un asterisco; luego se trazaron círculos concéntricos a 1, 2 y 3 metros de la fuente.
- Tras marcar los puntos de intersección, se efectuaron mediciones en aquellos que físicamente fueron posibles. (Apéndice 3)
- Escogiendo el punto que presente el mayor nivel de presión sonora (punto crítico), realizando en éste un barrido de frecuencia. (Apéndice 4)

Para está metodología es propicio garantizar que sólo la fuente de interés se va a encontrar encendida, de lo contrario se deberán eliminar los puntos de medición que se vean afectados por otras fuentes. Otra opción consiste en apagar la fuente de interés y posteriormente hacer las diferencias entre el ruido total (cuando la fuente de interés está encendida) y el ruido de fondo (Martínez, 2013).

En todo momento al efectuar las mediciones el micrófono deberá ir orientado hacia la fuente de interés.

4. Encuesta Higiénica

La presente herramienta se basa en los establecido por la INTE 31- 09- 16- 00 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido” (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2000)se utiliza para la realización de la encuesta higiénica es considerada como una guía conformada por distintos aspectos a evaluar relacionados con la presencia de ruido, permitiendo identificar aquellos factores propios de la empresa como naturaleza del proceso, fuentes de ruido, herramientas y equipos utilizados, datos del trabajador, vigilancia de salud de los trabajadores, controles adoptados, entre otros. (Apéndice 6)

5. Entrevista estructurada

Herramienta basada en una serie de preguntas preparadas de antemano por el entrevistador, las cuales son predeterminadas e invariables que permite la recolección de información de manera ordenada. Para el presente proyecto dicha herramienta permitió

obtener información del encargado de mantenimiento y encargados de producción (Apéndice 7), de los trabajadores (Apéndice 9), así como también fue aplicada al encargado de Salud Ocupacional (Apéndice 11), médico de empresa (Apéndice 12),. Éstas se basan en instrumentos validados utilizados en otros estudios realizados en diferentes empresas.

6. Observación no participativa

Esta herramienta se limita únicamente a la observación con el objetivo de obtener información de lo que se observa, sin la necesidad de intervenir en el hecho, fenómeno o situación que se está investigando. La misma se basa en el formato de observación no participativa aplicada en el Centro de producción Pedregal Belén, la cual se encuentra validada (Valverde, 2013), la misma se puede observar en el Apéndice 8.

7. Encuesta auto dirigida

Consiste en la realización de una serie de preguntas dirigidas a un grupo representativo de personas logra recopilar la información deseada. En el presente proyecto esta herramienta se utilizó para la recopilación de información de los trabajadores con respecto al grado de conocimiento que poseen en los respectivos a los riesgos auditivos, permitiendo detectar los temas de necesidad de capacitación. Esta herramienta se realizó con base en la entrevista realizada en la empresa Unilever (Marín, 2013), la misma se puede apreciar en el Apéndice 10.

8. Dosimetría de ruido

Metodología utilizada para la determinación el porcentaje de dosis del nivel de ruido al que se encuentran expuestos los trabajadores durante su jornada laboral. Se le colocó a las personas seleccionadas un dosímetro el cual deben utilizar duran su jornada de trabajo (Apéndice 5) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2000)

Con base en los resultados obtenidos se procede a aplicar la metodología para determinar el Nivel de Sonoro Continuo Equivalente (NSCE)

Cálculos establecidos para determinar el nivel de presión sonora al cual se encuentra expuesto una persona durante su jornada laboral, el cual viene determinado a partir del porcentaje de dosis de nivel de presión sonora percibido por el trabajador y obtenido mediante la dosimetría personal. El NSCE se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$NSCE = 85 + 9,97 \text{Log} \left(\frac{\%Dosis}{12.5 * t} \right)$$

Donde:

NSCE: Nivel Sonoro Continuo Equivalente

% Dosis: porcentaje de dosis obtenido al finalizar una jornada laboral

t: tiempo, para una jornada laboral de 8 horas

9. Metodología INTE 31-09-16-00 para el cálculo del tiempo máximo de exposición

Método utilizado para la determinación del tiempo máximo de exposición de los trabajadores al ruido, el cual se puede determinar a través de la siguiente fórmula:

$$T_{max}\left(\frac{h}{día}\right) = \frac{8}{2^{(NSCE-85)/3}}$$

Donde:

NSCE: Nivel Sonoro Continuo Equivalente

10. Método OSHA para valoración del EPA

Es una metodología establecida por Occupational Safety and Health Administration para la determinación de la efectividad de un equipo de protección personal auditivo para la disminución de los NPS que llegan al oído de las personas expuestas. Dentro del procedimiento, se utilizan los NPS a distintas frecuencias, ponderaciones de ajuste, la atenuación de dB que proporciona el equipo en las distintas frecuencias y la desviación estándar del equipo de protección auditiva que está siendo evaluado.

11. Guía de diseño de OSHA 3074

Guía que los contempla aquellos componentes que debe contener un programa de conservación auditiva según lo establecido por Occupational Safety and Health Administration.

12. Guía de diseño NIOSH: Preventing Occupational Hearing Loss A Practical Guide

Guía elaborada por National Institute of Occupational Safety and Health que contempla las fases a tomar en cuenta para la elaboración de un programa de conservación auditiva.

13. Revisión documental de registros médicos

Se refiere a toda aquella información de los trabajadores de carácter médico que mantienen en la empresa, correspondientes a las audiometrías realizadas al personal.

14. Guía de elaboración de programas de capacitación propuesta por la Secretaría del Trabajo y Prevención Social (STPS), México.

Descripción detallada de un conjunto de actividades de instrucción y aprendizaje estructuradas de tal forma que conduzcan a alcanzar una serie de objetivos previamente determinados. (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008)

F. Plan de análisis

En la figura 3.1 se puede apreciar el plan de análisis propuesto para el proyecto, éste viene dado a partir de las diversas herramientas a utilizar y la información que éstas nos van a proporcionar para cada objetivo a desarrollar, así como la asociación existente entre los diferentes objetivos, como éstos se comparten información para ser analizada y cumplir finalmente con el desarrollo del programa. Toda información obtenida en cada objetivo va a ser aprovechada para el desarrollo del programa de conservación auditiva. Seguidamente se explica el plan de análisis para cada objetivo.

Objetivo 1

Inicialmente para poder caracterizar aquellos factores que intervienen en la exposición de los trabajadores al ruido se dividieron estos en factores del local de trabajo, organizacionales y factores personales.

Como parte de los factores del local de trabajo se consideran las características del local, las fuentes sonoras existentes y sus características, así como los tiempos promedios de producción de los diferentes productos. Esta información se pudo obtener a partir de la aplicación de la encuesta higiénica, entrevista al encargado de mantenimiento y el encargado de producción, y observación no participativa. Con esto se pretende describir las condiciones presentes en cuanto a infraestructura y las condiciones de absorción de ruido que esta presenta, distribución de las máquinas y del proceso productivo, así como de los trabajos realizados por los trabajadores del área.

También pretende brindar una descripción de las características del mantenimiento realizado como: la frecuencia con la cual se ejecuta, con qué tipos de mantenimiento cuentan, entre otros; a su vez pretende identificar cuáles son los productos que cuentan tanto con la mayor demanda de producción como los que presentan los menores tiempos de producción. Toda esta información será utilizada para poder caracterizar las condiciones de exposición de los trabajadores, así como para poder diseñar y proponer medidas de control tanto ingenieril como administrativas.

Por otra parte, dentro de los factores personales se incluyen la edad, la edad laboral, tiempo en la empresa, tiempo en el puesto, grado de percepción a ruido, exposición extra laboral a ruido y conocimiento sobre el temas de exposición a ruido. A través de la aplicación de entrevistas y encuestas a los trabajadores de la zona bajo estudio fue posible obtener la

información necesaria. Dicha información tras ser analizada permitirá caracterizar la población que labora en la zona bajo estudio, y sus conocimientos en el tema de ruido.

Finalmente, los factores organizacionales que incluyen aspectos como jornada laboral, turnos de trabajo, tiempos de descanso, duración de la jornada y tiempos de exposición, donde se obtuvo la información a través de la aplicación de entrevistas a los trabajadores implicados en el estudio. Esta información permitirá describir la organización del trabajo y posteriormente utilizar esta información para proponer controles administrativos.

Se determinaran los niveles de presión sonora en el área bajo estudio, donde se aplicará la metodología de mapa de ruido el cual comprenderá toda el área de máquinas del tren de laminación a excepción de la mesa de enfriamiento, los sectores restantes se evaluarán a partir de la aplicación de la metodología de estudio de muestreo aleatorio por áreas, en ambas metodologías se tomarán mediciones puntuales según lo establecido en cada una de éstas, con los datos obtenidos se determinará un promedio logarítmico por cuadrante permitiendo identificar aquellas áreas de interés, esta información será utilizada en la selección de las fuentes a evaluar.

Posteriormente se realizó un análisis de puntual de fuente, donde este debido a las características del proceso será realizado a un conjunto de máquinas, las cuales para efectos de este estudio se visualizarán como una única fuente, se seleccionarán aquellos conjuntos de máquinas que se encuentran dentro de las dimensiones de aquellos cuadrantes que mostraron niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A), a partir de la metodología de análisis de fuente, en el punto que presente el mayor NPS se realizará un barrido de frecuencias, estos datos son fundamentales para la propuesta y diseño de controles ingenieriles.

En lo que correspondiente al análisis de exposición ocupacional a ruido, se seleccionaron trabajadores del sector de evacuación, laminación y el horno, seleccionando aquellos con las condiciones de exposición más crítica. Al finalizar la evaluación se obtendrá el porcentaje de dosis, permitiendo calcular el nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) y el tiempo máximo de exposición para cada trabajador evaluado.

Para determinar las medidas de prevención que implementadas actualmente por ArcelorMittal para el control de ruido se entrevistó al médico de empresa y al encargado de Salud Ocupacional, así como la revisión documental de registros, donde dentro de estas medidas de prevención se consideran las medidas administrativas, ingenieriles,

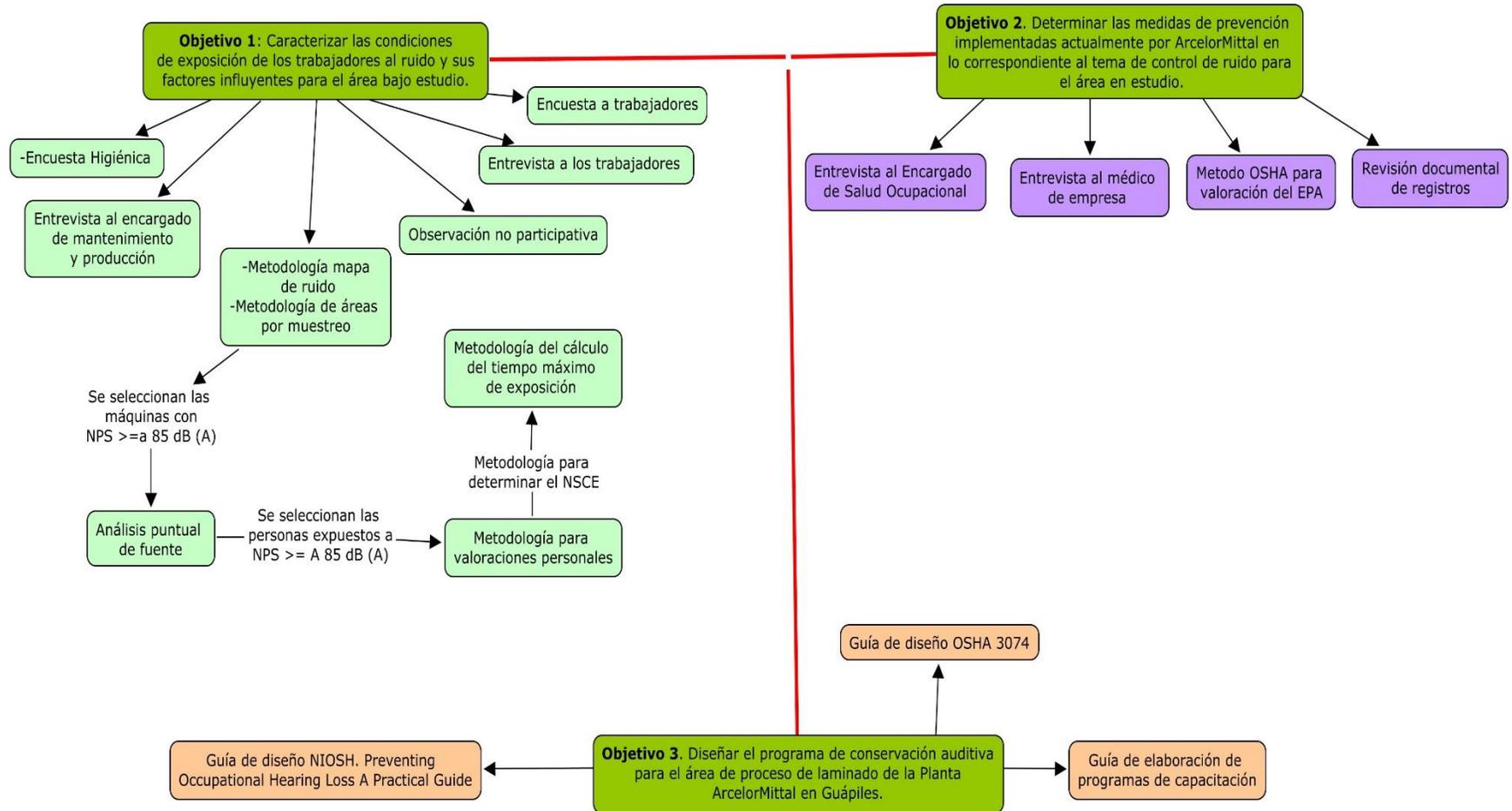
capacitaciones y exámenes médicos. A través del análisis de la información obtenida se pretende describir cuales son las medidas que se implementan actualmente para el control de ruido, las características de las capacitaciones, además de la descripción de las audiometrías, tales como la frecuencia de realización y resultados obtenidos de las mismas.

Además se valorará el equipo de protección auditivo proporcionado por la empresa, donde a partir del método OSHA se calculará la atenuación ofrecida por estos equipos para los sectores de evacuación, laminación y horno. Esta valoración permitirá determinar si el equipo de protección auditivo ofrece la reducción de ruido adecuada para lo percibido por los trabajadores.

Las evaluaciones realizadas a las fuentes de ruido permitirán seleccionar los controles ingenieriles que más se adapten a las condiciones presentes y a su vez ofrezcan reducción del ruido.

Por medio de la encuesta dirigida a los trabajadores para conocer el grado de conocimientos sobre el tema de ruido permitiendo determinar el nivel de conocimiento de los trabajadores, con lo cual se identificarán los temas que requieren refuerzo y capacitación.

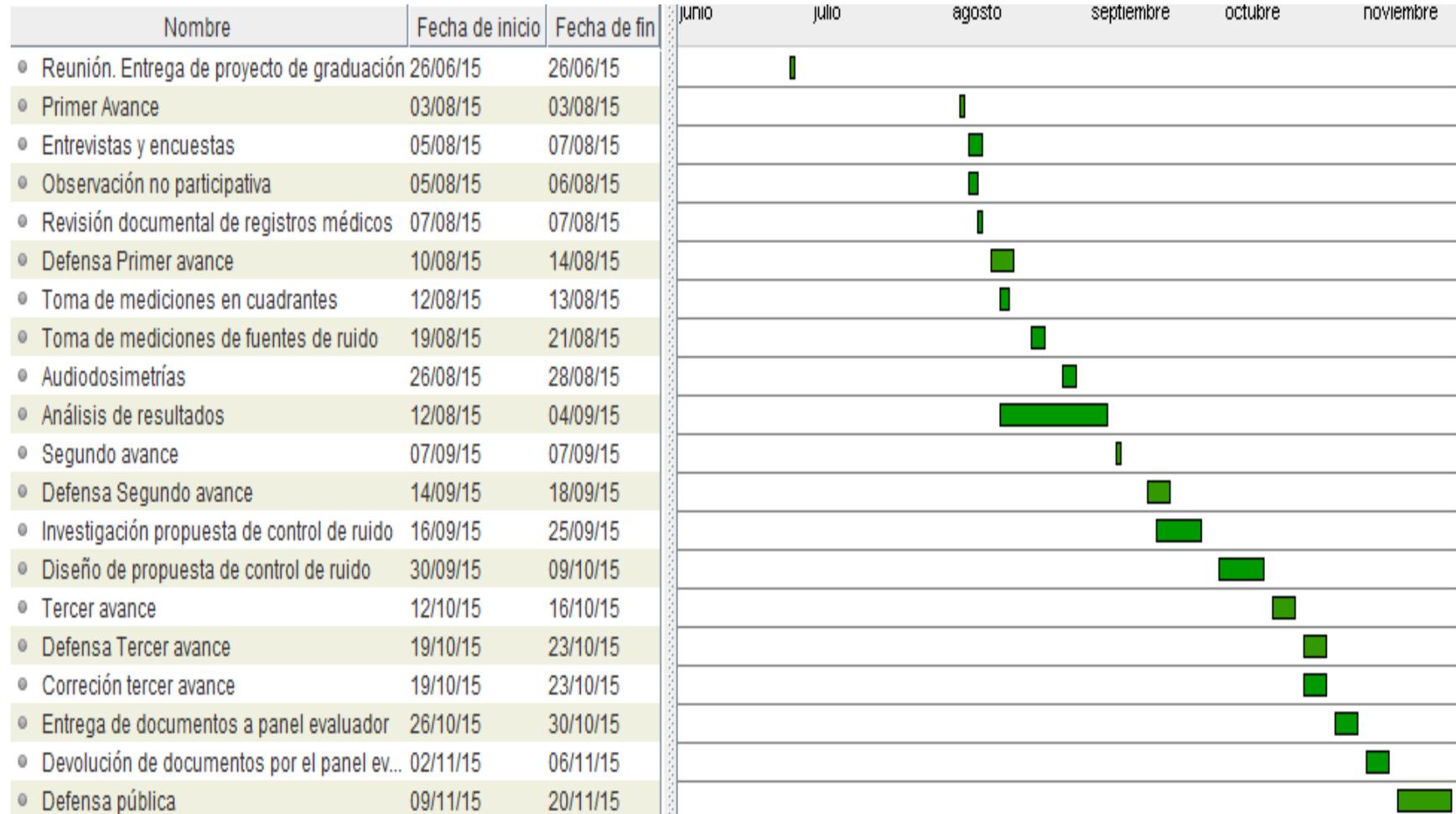
Figura 3. 1. Diagrama de Plan de análisis



Fuente: Elaboración propia

G. Cronograma

Figura 3. 2. Cronograma



Fuente: Elaboración propia

H. Riesgos del Proyecto

Para lo correspondiente a la evaluación de los riesgos que presenta el proyecto se utilizó el Estándar Australiano de Administración de Riesgos. Éste muestra una serie de tablas referentes a la probabilidad y consecuencia e impacto, las cuales fueron adaptadas al presente proyecto.

Tabla 3. 4. Medidas cualitativas de consecuencia e impacto

Medidas cualitativas de consecuencia e impacto		
Nivel	Descriptor	Descripción
1	Insignificante	En caso de presentarse ocasiona pérdidas de tiempo de menos de un día
2	Menor	En caso de presentarse ocasiona pérdidas de tiempo de uno a tres días. No afecta el cumplimiento de los objetivos previstos.
3	Moderado	En caso de presentarse ocasiona pérdidas de tiempo de tres a cinco días. Aún se garantiza el cumplimiento de los objetivos.
4	Mayor	En caso de presentarse ocasiona pérdidas de tiempo de una a dos semanas. Se imposibilita la ejecución de las actividades previstas.
5	Catastrófico	En caso de presentarse ocasiona pérdidas de tiempo mayor a las 2 semanas. Se imposibilita el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Fuente. Adaptación propia del Estándar Australiano de Administración de Riesgos

Tabla 3. 5. Medidas cualitativas de probabilidad

Medidas cualitativas de probabilidad		
Nivel	Descriptor	Descripción
A	Casi certeza	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias.
B	Probable	Probablemente ocurrirá en la mayoría de las circunstancias.
C	Posible	Podría ocurrir en algún momento.
D	Improbable	Pudo ocurrir en algún momento.
E	Raro	Puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales.

Fuente. Estándar Australiano de Administración de Riesgos

A su vez para el análisis de los riesgos se utilizó la siguiente tabla, la cual consta de una matriz desarrollada mediante la combinación de las tablas anteriores de probabilidad y consecuencia, permitiendo asignar a los riesgos clases de prioridad, para posteriormente ofrecer un tratamiento adecuado.

Tabla 3. 6. Matriz de análisis de riesgo cualitativo – nivel de riesgo

Probabilidad	Consecuencias				
	Insignificante 1	Menores 2	Moderadas 3	Mayores 4	Catastróficas 5
A (casi certeza)	H	H	E	E	E
B (probable)	M	H	H	E	E
C (moderado)	L	M	H	E	E
D (improbable)	L	L	M	H	E
E (raro)	L	L	M	H	H

E: riesgo extremo
H: riesgo alto,
M: riesgo moderado
L: riesgo bajo

Fuente. Estándar Australiano de Administración de Riesgos

La valoración se basará entonces en, poder presentar cada uno de los riesgos escogidos en función de su impacto y probabilidad respectiva, según los parámetros antes presentados. El resultado de dicha valoración se presenta a continuación.

Tabla 3. 7. Matriz de valoración de riesgos

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Resultado
Fallo del equipo de medición	Mayor	Posible	E
No disponibilidad del equipo de medición	Moderado	Posible	H
Robo de computadora e información	Moderado	Posible	H
Variación en el funcionamiento de la planta por cambios en la demanda de producción	Menor	Improbable	L
Proceso productivo de la planta detenido por daño en la maquinaria o equipos	Moderado	Improbable	M
Paro en el proceso por falta de materia prima	Moderado	Improbable	M
Fenómeno natural	Moderado	Posible	H
Falta de colaboración por parte del personal de planta	Moderado	Improbable	M
Daño de la computadora	Moderado	Posible	H
Accidentes o incidentes en la empresa que ocasionen el paro del proceso	Menor	Posible	M
Accidente de tránsito durante el traslado	Moderado	Raro	M
Fallo del servicio eléctrico en la empresa	Menor	Improbable	L
Enfermedad	Menor	Posible	M
Ausencia del personal durante periodos prolongados	Mayor	Improbable	H
Retraso en fechas de entrega de avances y su correspondiente devolución	Moderado	Posible	H
Retraso en actividades previstas en el cronograma	Moderado	Posible	H
Dificultades con el presupuesto	Moderado	Posible	H

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. 8. Planes de acción para los riesgos

Riesgo	Planes de acción
Fallo del equipo de medición	búsqueda y alquiler de otro equipo, coordinar un nueva fecha para efectuar la actividad
No disponibilidad del equipo de medición	búsqueda y alquiler de otro equipo
Robo de computadora e información	Guardar avances del proyecto en diferentes medios que me permitan trabajar en otras computadoras y adquisición de una nueva computadora personal
Variación en el funcionamiento de la planta por cambios en la demanda de producción	Proyección de las condiciones presentes a la realidad por medio de una formula
Proceso productivo de la planta detenido por daño en la maquinaria o equipos	coordinación de una nueva fecha para la visita, replantear la evaluación descartando aquellas máquinas dañadas
Paro en el proceso por falta de materia prima	coordinación de una nueva fecha para la visita y realización de la actividad
Fenómeno natural	Coordinar una nueva fecha para la visita y coordinar con el TEC y la empresa la postergación del proyecto
Falta de colaboración por parte del personal de planta	Comunicación y planificación de actividades con el personal
Daño de la computadora	Guardar avances del proyecto diariamente para poder seguir trabajando en otros equipos
accidentes o incidentes en la empresa que ocasionen el paro del proceso	Coordinar una nueva fecha para la visita y coordinar con el TEC y la empresa la postergación del proyecto
Accidente de tránsito durante el traslado	Atención de lesiones e incremento del tiempo dedicado para el desarrollo del proyecto
Fallo del servicio eléctrico en la empresa	realización de la actividad una vez allá regresado el fluido eléctrico
Enfermedad	Aumento de las horas dedicadas al desarrollo del proyecto
Ausencia del personal	Comunicación con el personal y planificación y coordinación de fechas
Retraso en fechas de entrega de avances y su correspondiente devolución	Aumento de las horas dedicadas al desarrollo del proyecto
Retraso en actividades previstas en el cronograma	Aumento de las horas dedicadas al desarrollo del proyecto
Dificultades con el presupuesto	asumir los costos

Fuente: Elaboración propia

I. Presupuesto

En la siguiente tabla se muestra en detalle el costo asociado a una serie de acciones que conforman el proyecto, permitiendo construir el presupuesto que conlleva la realización del proyecto.

Tabla 3. 9. Presupuesto del proyecto

Actividad	Cantidad	Precio por unidad (₡)	Costo total (₡)
Transporte	48	425	20.400
Alimentación:			
• Desayuno		1500	
• Almuerzo	48	2000	168.000
Impresiones y copias	261	20	5220
Equipos de medición	5	5000/hora	1.200.000
Pago por Asesor universitario	32	3200/hora	102400
Pago por asesor industrial	15	10531.09/hora	157966.35
Total			1653986

Fuente: Elaboración propia

XII. Análisis de situación actual

a) Condiciones de exposición a ruido relacionadas con los trabajadores, el área de trabajo, organizacional

Condiciones estructurales del lugar de trabajo y de las fuentes generadoras de ruido

Tabla 4. 1. Características estructurales del área de proceso de productos laminados

Superficie	Materiales	Coeficientes de absorción						Área total	Altura
		Frecuencia							
		125	250	500	1k	2k	4k		
Piso	concreto	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25 000 m ²	Mínima: 7,5 m Máxima: 13,5 m
Paredes	concreto	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03		
	zócalo	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02		
	lámina metálicas	-	-	-	-	-	-		
	Espacios (aire)	1	1	1	1	1	1		
Techo	Lámina metálica	-	-	-	-	-	-		

Fuente: Elaboración propia

La planta cuenta con materiales de construcción como: concreto, zócalo y lámina de hierro para las paredes, además de contar con espacios abiertos en diferentes puntos de las paredes ofreciendo éstas aberturas una buena transmisión del ruido. Mientras que en su interior tanto las máquinas como los productos desarrollados son de acero, los cuales se encuentran distribuidos en varios sectores a lo largo de la planta, a esto se le suma el hecho de que no se cuenta con materiales de aislamiento acústico en el área que permitan la reducción de ruido en el lugar.

Aunque realmente la absorción proporcionada en por los materiales de la nave no inciden realmente en la reducción del ruido de esta área de trabajo, así como tampoco ningún otro material de absorción acústica que pueda ser incorporado, esto se debe a que existe un predominio de las ondas directas al momento de la exposición de los trabajadores al ruido, siendo las características de absorción de éstos materiales irrelevante como medida de control para la reducción de ruido.

Otro factor a considerar son los tipos de productos que se desarrollan y sus tiempos de producción, donde según los trabajadores ellos perciben una variación en el ruido generado dependiendo del tipo de producto que desarrolle, siendo según los trabajadores la producción de varilla 9 la que genera mayor ruido, aun así éste producto es de los menos producidos con una frecuencia de 1 a 2 días por quincena, mientras que las varillas 3, 4 y 5 son las más producidas con periodos de alrededor a 3 días por semana, aunque éstos últimos son los que generan menos ruido durante su producción según la percepción de los trabajadores.

La empresa además cuenta con un programa de mantenimiento establecido para cada máquina, el cual contempla los tres tipos: el preventivo, el predictivo y correctivo; cada uno de éstos cuenta con periodos establecidos para su realización, esto para cada máquina y lo requerimientos de cada una. Además se cuentan con 2 horas diarias dedicadas a la ejecución de labores de mantenimiento a la maquinaria, ejercido por trabajadores del área y personal de mantenimiento.

Condiciones personales y organizacionales de exposición a ruido

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos relacionados a las condiciones personales y organizacionales

Tabla 4. 2. Factores organizacionales del trabajo y uso del EPA

	Jornada laboral	Turno de trabajo	Tiempos de descanso	Frecuencia en el uso del EPA	Tipo de EPA
Planta en producción	12 horas	Rotativo (2 turnos de trabajo: diurno y nocturno)	Desayuno: 15 minutos Almuerzo: 30 minutos Café: 15 minutos	Siempre	Tapones auditivos y orejeras
Planta en paro	8 horas	Diurno	Desayuno: 15 minutos Almuerzo: 30 minutos Café: 15 minutos	Siempre	Tapones auditivos y orejeras

Fuente: Elaboración propia

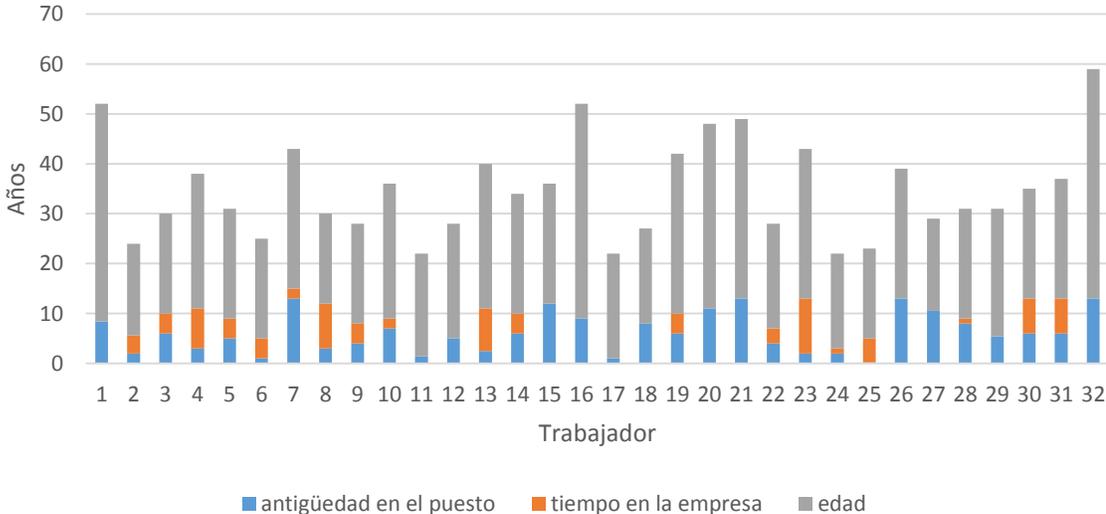
Como se puede observar en el cuadro anterior la jornada bajo a cual laboran los trabajadores, así como los turnos de trabajo varían con respecto de si la planta se encuentra en producción o si se encuentra detenida. Cuando la planta no se encuentra en labores de producción permanecen un total de 32 personas trabajando en la zona de estudio, mientras

que cuando la planta se encuentra en producción éstos trabajadores se distribuyen en dos turnos de trabajo.

Los trabajadores durante el desempeño de sus labores utilizan el equipo de protección auditivo brindado por la empresa, donde la escogencia queda a criterio del trabajador sobre si desea utilizar orejeras o tapones auditivos, aun así la mayoría de los trabajadores tienden a utilizar los tapones. El uso de este equipo se limita únicamente cuando la persona se encuentre en el interior de la planta tanto cuando se encuentra en producción como cuando se encuentra detenida, por lo que el EPA no es utilizado en sus tiempos de descanso, durante los cuales se encuentra en la zona del comedor, lugar que presenta una lejanía considerable a la planta y a las fuentes generadoras de ruido.

Las personas que laboran en el área de proceso de laminados y que conforman parte de este proyecto, cuentan con un promedio de edad de 34 años, con trabajadores que van desde los 22 hasta los 59 años de edad. En el siguiente figura se muestra la distribución de edades, tiempos de antigüedad en el puesto y en la empresa

Figura 4. 1. Relación entre edad de cada trabajador, antigüedad en el puesto y tiempo de laborar en la empresa



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Figura anterior 9,38% de los trabajadores tienen edades que se acercan o sobrepasan los 50 años, donde según Abelló (2010) las personas tienden a presentar un deterioro en la audición asociado al proceso de envejecimiento, a este factor

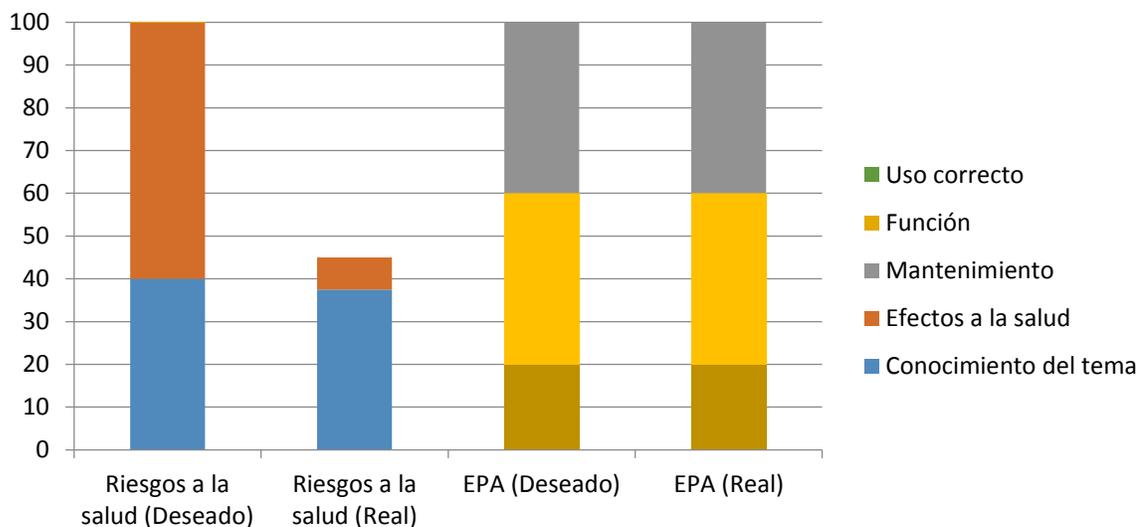
se le suma el tiempo de la antigüedad en el puesto el cual también influye en el deterioro de la capacidad auditiva, siendo este de 13 años para las personas con edades cercanas a los 50 años. También se observa que un trabajador de 43 años presenta el mayor tiempo de laborar en la empresa, el cual es de 15 años; los cuales según (Oyedepo & Saadu, 2010) al combinar estos factores con la exposición a niveles de presión sonora superiores a los 85 dB(A) contribuyen al deterioro auditivo de las personas.

Para el 87,5 % de los restantes encuestados, 11 de ellos con edades que van desde los 30 años hasta los 50 años también cuentan con tiempos de laborar en la empresa que oscilan entre los 10 y 13 años, siendo los años de desempeñar su puesto de trabajo similares a los de laborar en la empresa. Mientras que los demás cuentan con antigüedades en el puesto iguales o menores a los 10 años, además se suma el hecho de que 11 trabajadores confirmaron exponerse a ruido extra laboral ocasionalmente, estos factores pueden influir en el deterioro auditivo.

A su vez estos trabajadores perciben estar expuestos a ruido durante toda su jornada laboral cuando éstos se encuentren en periodo de producción, ya que al encontrarse en el periodo de producción todas las máquinas se encuentran en funcionamiento, contrario a cuando la planta se encuentra detenida donde la totalidad de las máquinas del tren de laminación no son utilizadas. Además los trabajadores mencionaron percibir mayor ruido cuando se encuentran produciendo varilla 9, las angulares y vigas.

Para determinar el grado de conocimiento de los trabajadores sobre el tema de ruido se encuestaron a los 32 trabajadores involucrados en el estudio, los resultados se pueden apreciar en la siguiente figura.

Figura 4. 2. Grado de conocimiento de los trabajadores sobre el tema de ruido



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, en lo que respecta a riesgos a la salud, donde el conocimiento sobre los efectos a la salud por la exposición a ruido entre la población encuesta es de solo un 37,5 % de los 40% deseados conocen, mientras que el 60% restante representa el conocimiento de los diferentes efectos a la salud deseado en los trabajadores donde solamente un 7,5% de los trabajadores encuestados conoce realmente sobre la variedad de efectos a la salud asociados con la exposición a ruido.

Por otra parte, la totalidad de la población encuestada afirmó conocer sobre el uso correcto del equipo de protección auditivo, sobre aquellos cuidados que debe tener en el uso de éstos y el haber recibido información sobre el mantenimiento adecuado del EPA, conociendo el proceso que deben de seguir y a donde se deben dirigir para tratar este asunto.

b) Medidas de prevención implementadas para el control de ruido

Por medio de una entrevista realizada al médico de empresa y al encargado de Salud Ocupacional se pudo conocer sobre los datos de la aplicación de pruebas audiométricas, capacitaciones en el tema de ruido y los tipos y frecuencias de las evaluaciones de ruido que se llevan a cabo, la información obtenida se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 3. Medidas de intervención implementadas por ArcelorMittal

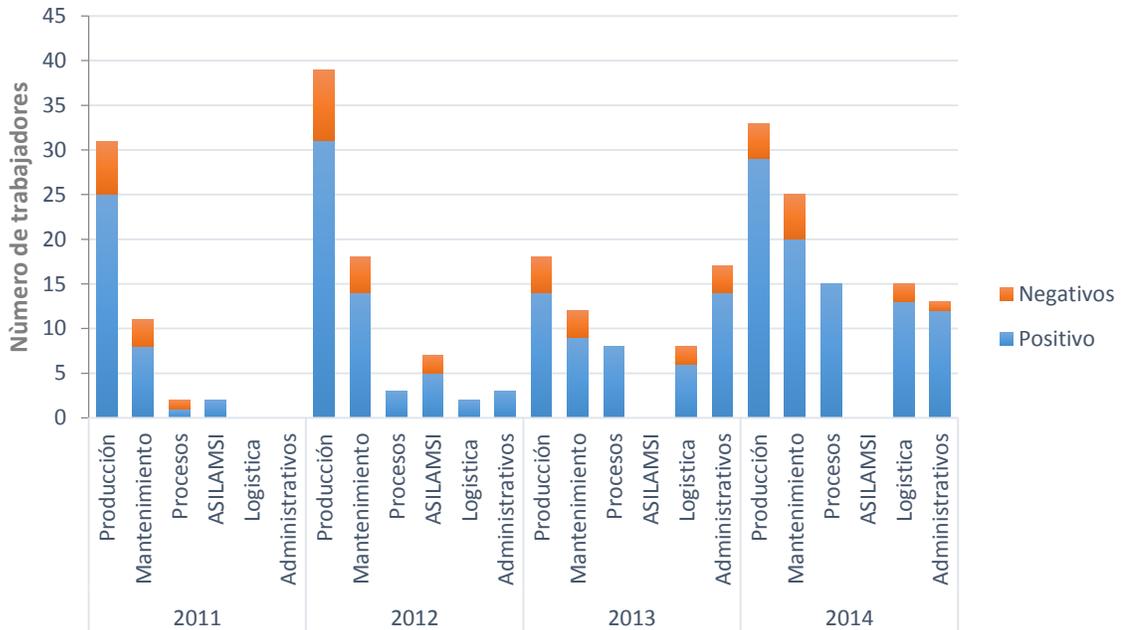
Pruebas audiométricas	Frecuencia	Registros	Se utiliza equipo calibrado	El personal es calificado y certificado	Se informa a sobre los resultados
	Anuales	Se mantienen por 10 años	Si	Si	Si.
Capacitaciones	Frecuencia	Tipos	Temas		
	2 veces por año	-Pre-empleo -Semestral	Conceptos de ruido, efectos del ruido sobre la salud, consecuencias y uso de los protectores auditivos.		
Evaluaciones de ruido	Evaluación del ruido ambiental	Evaluación de fuentes de ruido	Dosimetría personal	Medidas ingenieriles o administrativas	
	2 veces al año	No	No	Cambios de equipos, barreras y equipo de protección auditivo	

Fuente: Elaboración propia

En la empresa los únicos síntomas que se han relacionado con la exposición a ruido por parte de los trabajadores son aquellos que se han detectado por medio de las audiometrías, donde como se puede observar en la tabla anterior dichas pruebas son realizadas de manera anual y ofrecidas de forma gratuita a los trabajadores, a su vez se cuenta con los respectivos registros y se mantienen por un periodo mínimo de 10 años. Además para cada caso en el que algún trabajador presente alguna alteración en su capacidad auditiva se remite al especialista que corresponda según corresponda, dándole el seguimiento médico adecuado.

Aunque desde inicios de operaciones de la empresa no se ha identificado a ningún trabajador con pérdida en su capacidad auditiva, si se han remitido 2 personas a un especialista otorrinolaringólogo, pero estos no han sido evaluados aún por este especialista. A continuación en la siguiente figura se muestran los resultados de las pruebas audiométricas realizados en los años 2011, 2012, 2013, y 2014.

Figura 4. 3. Resultados de las pruebas audiométricas realizados del año 2011 al 2014



Fuente: Elaboración propia

A través de la revisión documental de los registros médicos de la empresa se pudo obtener la información referente al número de personas que presentaron alguna alteración en su capacidad auditiva para los departamentos de producción, mantenimiento, procesos, logística, administrativos y ASILAMSI, esto según los resultados correspondientes a las pruebas audiométricas realizadas a partir del año 2011 hasta los últimos pruebas realizadas en el año 2014.

Como se puede observar en la figura anterior, desde el año 2011 se han presentado casos de trabajadores con presencia de alguna alteración en su capacidad auditiva, con un total de 10 casos que no pasaron el examen para una población de 46 personas evaluadas. La presencia de hallazgos a través de las pruebas audiométricas continúa para los siguientes años, donde en el 2012 de 58 personas evaluadas 14 de ellas presentaron alguna anomalía, para el 2013 el número de casos detectados pasa a ser de 13 para una población de 51, y finalmente en las pruebas audiométricas del 2014 la cantidad de personas con afectación detectada pasa a ser de 11 para 89 personas evaluadas.

Además se observa que para los diferentes años la mayor cantidad de casos registrados pertenecen a las áreas de producción y mantenimiento, siendo estos los puestos de trabajo en los cuales los trabajadores se podrían encontrar expuestos a ruido durante más tiempo de su jornada laboral. También se puede observar una leve disminución de los casos

detectados a través de las pruebas audiométricas en los años 2013 y 2014 en comparación con los años anteriores para los departamentos de producción y mantenimiento, lo cual se puede relacionar a mejoras en el comportamiento de los trabajadores hacia el uso del EPA y mejor higiene de los oídos por partes de las personas que procuran la limpieza de éstos.

Las molestias o alteraciones comúnmente detectadas a través de las pruebas audiométricas son alteraciones en diversas frecuencias tanto graves como agudas, daños timpánicos, presencia de cerumen, entre otros. En los casos detectados con alguna anomalía les son recomendados la realización ya sea de audiometrías clínicas para el caso de personas que presenten alguna alteración para las diferentes frecuencias, así como la nueva valoración al realizar una nueva prueba. Para los casos que son remitidos a audiometrías clínicas con resultados negativos las personas afectas son enviadas ante un otorrinolaringólogo para que sean valorados, aunque las citas con estos especialistas son por medio de la CCSS.

Por otro lado, en lo que respecta a las medidas de intervención como la realización de evaluaciones de ruido en el área de trabajo, la aplicación de controles y capacitaciones en el tema de ruido implementado, el Coordinador del departamento de Salud Ocupacional, aseguró tener conocimiento sobre los niveles de presión sonora presentes en el área de proceso de productos laminados, donde según él, los niveles mínimos en esta área oscilan entre los 60 y 65 dB(A), mientras que los niveles máximos detectados son aproximadamente de 105 dB(A).

Como se puede observar en la Tabla 4. 3 las mediciones para conocer la distribución de los niveles de presión sonora en la planta son realizadas con una frecuencia de 2 años, revalorando la situación en el caso de la adquisición de un nuevo equipo o cambio en el proceso. Aunque solamente se realizan este tipo de evaluaciones de ruido en la planta, ya que para el caso de las mediciones a maquinas generados de ruido elevados estas nunca se han realizado, lo mismo sucede con las audiosimetrías personales de ruido. Los resultados de obtenidos a través de las pruebas realizadas son comunicados a los trabajadores durante las reuniones mensuales y por medio de la colocación de éstos en pizarras informativas.

A través del tiempo la empresa ha implementado una serie de controles ingenieriles como cambios de equipos, mantenimiento predictivo y preventivo, equipo de protección auditivo y la colocación de barreras. Mientras que como único control administrativo se han

implementado capacitaciones para informar y concientizar a los trabajadores sobre la exposición al ruido. Los controles realizados han funcionado satisfactoriamente, obteniendo como principal resultado la reducción de ruido.

Como ya se mencionó, la empresa ofrece al personal tanto tapones como orejeras auditivas como medida de control para la reducción del ruido percibido por los trabajadores (EPA), donde se ha instaurado una política que establece el uso obligatorio del equipo de protección auditiva. Además este EPA no ha sido evaluado con el fin de verificar su eficiencia en la reducción de ruido hasta niveles inferiores a los 85 dB(A) para un promedio ponderado de 8 horas, por lo que se desconoce si este equipo es el adecuado. Además los trabajadores son consultados sobre la existencia de posibles molestias asociados al uso del EPA o algún otro dato de importancia.

Mientras que como parte de la educación y formación de los trabajadores según se observa en la tabla 4.3; se les proporcionan capacitaciones 2 veces al año, contemplando temas como conceptos básicos de ruido, efectos y consecuencias sobre la salud y sobre el uso de protección auditivo, donde al compararlo con los conocimientos que poseen los trabajadores sobre estos temas, se determinó que para el caso de riesgos a las salud y métodos disponibles de reducción de ruido no se conocen en su totalidad o éstos no están siendo abarcados adecuadamente, lo contrario se muestra para el tema de uso de EPA ya que la totalidad de trabajadores conocen sobre el tema.

Por lo tanto las capacitaciones presentan carencias en su evaluación y seguimiento, ya que no cuentan con un procedimiento adecuado que permita valorar las capacitaciones brindadas, así como el grado de conocimiento adquirido por los trabajadores capacitados al finalizar la ejecución de las capacitaciones, por lo tanto se desconoce los resultados que tienen estas sobre la formación de los trabajadores.

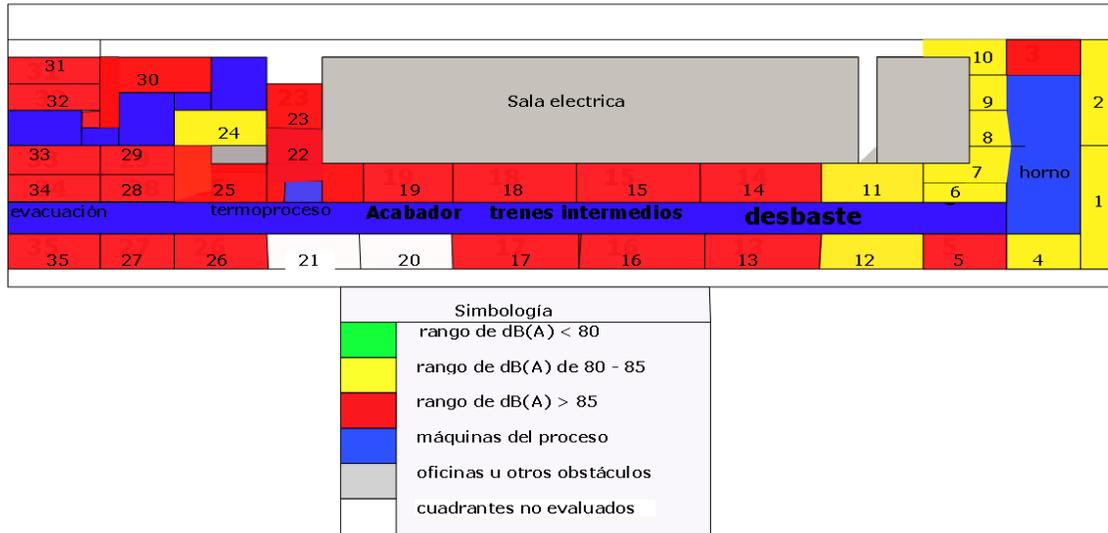
c) Niveles de presión sonora presente en la planta

Mapa de ruido

Para la determinación de los niveles de presión sonora se siguió la metodología de mapa de ruido según la distribución mostrada en la siguiente figura, donde el área que contempla el mapa de ruido abarca las máquinas vinculadas en el proceso a excepción de la mesa de enfriamiento, dejando por fuera otros sectores de la planta los cuales se evaluarán por medio de la metodología de muestreo aleatorio. Para el correspondiente mapa de ruido se dividió el área en 35 cuadrantes (ver resultados en apéndice 14), de los cuales 4 de éstos

cuadrantes no pudieron ser evaluados debido al riesgo que significaba estar en el lugar durante la operación de las máquinas, éstos corresponden a los cuadrantes 20, 21, 25 y 26.

Figura 4. 4. Distribución de los cuadrantes del mapa de ruido



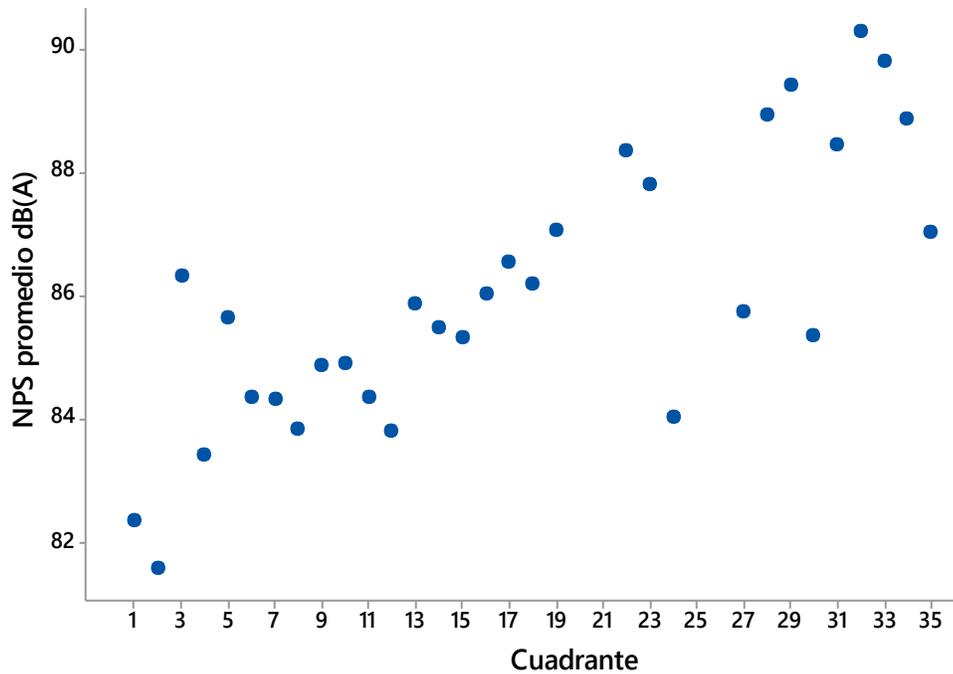
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior las principales áreas en las que se sitúan la mayoría de las fuentes generados de ruido de interés son el sector de laminación y el sector de evacuación. Mientras que en el sector del horno la mayoría de los cuadrantes se encuentran entre el rango de 80 a 85 dB(A), donde sólo el cuadrante 3 y 5 presentan NPS superiores a los 85 dB(A).

Las mediciones fueron realizadas cuando la planta se encontraba produciendo varilla de las de menor grosor, por lo tanto los niveles de presión sonora pueden variar con la producción de otros productos de mayor diámetro. Los resultados de las mediciones se muestran en la siguiente figura, donde se observa el promedio de los niveles de presión sonora por cuadrante.

Además es importante tener en cuenta que por las características de ubicación espacial de las maquinas con respecto a las superficies de paredes y techos resultando en una distancia critica que puede ser considerada como insuficiente, por lo tanto se puede concluir que existe un predominio de ondas directas en los niveles de presión sonora registrados.

Figura 4. 5. Promedio de los niveles de presión sonora por cuadrante para el mapa de ruido



Fuente: Elaboración propia

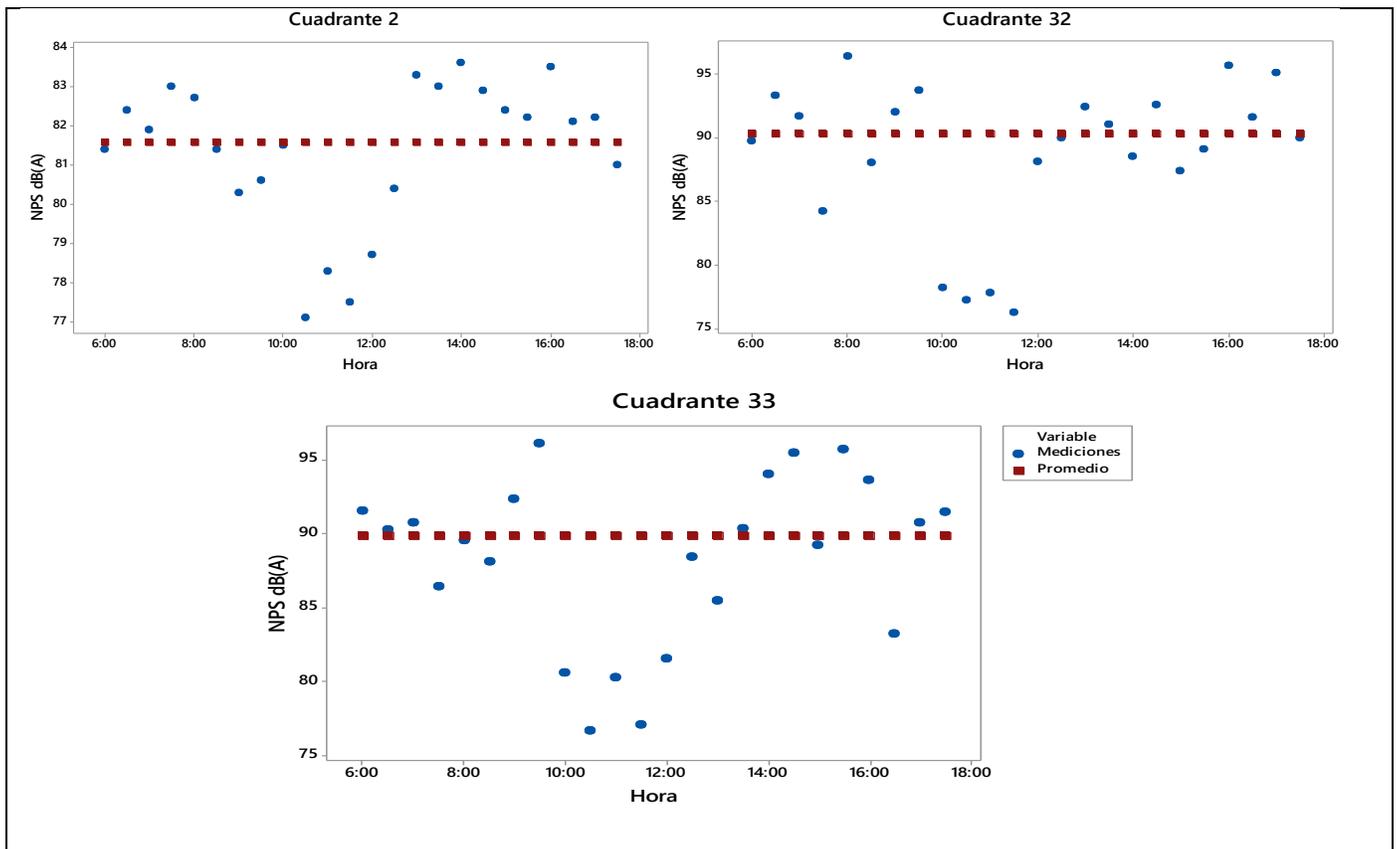
Como se puede observar en la figura anterior los niveles de presión sonora inferiores corresponden a los cuadrantes 1 y 2, con valores de 82.3 y 81.5 dB (A) respectivamente, donde dichos cuadrantes corresponden a los sectores del horno que se encuentran adyacentes a la bodega de materia prima. En esta área la exposición de los trabajadores en su mayoría es ocasional, ya que lo mismos se encuentran en una cabina saliendo solo por periodos cortos a excepción del ayudante del horno, el cual si permanece un tiempo considerablemente mayor.

Por otra parte, los cuadrantes que presentaron los mayores niveles de presión sonora son el 29, 32 y 33, con niveles de 89.4, 90.2 y 89.8 dB (A) respectivamente, donde estos cuadrantes corresponden al área de evacuación. Este sector de la planta es donde se presentan el mayor número de personas laborando, alrededor de 10 trabajadores exponiéndose al ruido durante aproximadamente 10 horas de su jornada laboral cuando la planta se encuentran en producción.

En lo que respecta a los cuadrantes restantes, los puntos 3, 5, 13-19, 22, 23, 27-32 son aquellos que presentan niveles de presión sonora que sobrepasan los 85 dB (A), se

seleccionó este valor comparativo debido a que los resultados del mapeo de ruido mostraron que los cuadrantes de interés presentaron NPS que sobrepasaban los 85 dB(A), permitiendo la posterior selección de las fuentes de interés.

Figura 4. 6. Distribución de los NPS respecto a su promedio en función de la hora de medición



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, en el gráfico del cuadrante 2 el cual corresponde al sector de la entrada de materia prima al horno, los datos cuentan con una desviación estándar de 1,86. Donde el valor mínimo registrado oscila entre los 77 dB(A), estos datos registrados entre las 10:00 am y 12:00 md tienden a ser los más bajos, lo cual se debe a que estas horas corresponden a las horas pico en la cual la producción se detiene; por otra parte NPS máximo registrado es de 83,6 dB(A). El ruido generado en este sector se debe principalmente a la operación del horno y el motor del mismo, viéndose influenciado en ciertos momentos de la jornada por la operación de la grúa y el movimiento del tren.

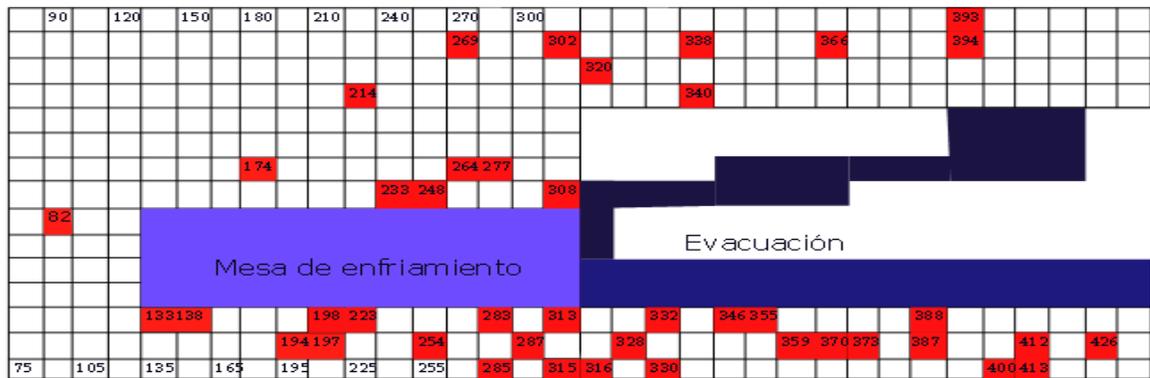
Para el cuadrante 32, el cual corresponde al área de evacuación, se encuentra cerca de la máquina enderezadora y corte en frío, la cual al desplazar los productos realiza un movimiento brusco del material lo que genera elevados NPS por el impacto entre los materiales y con la máquina, además de que ésta libera aire a presión regularmente. Los datos registrados entre las 10:00 am y 12:00 md corresponden al momento en el cual la planta se encuentra detenida, siendo el valor mínimo registrado de 76,2 dB(A), mientras que el NPS máximo registrado es de 96,4 dB(A), presentado los datos una desviación estándar de 5,91.

En la tabla anterior también se puede apreciar que para el cuadrante 33 los NPS mínimos registrados se presentaron de 10:00 am a 12:00 md, siendo 76,6 dB(A) el valor más bajo, mientras que el NPS máximo es de 96,1 dB(A), siendo la desviación estándar para este conjunto de datos de 5,74. Este cuadrante corresponde a la zona de evacuación, donde el NPS promedio de 89,8 dB(A) se puede asociar a la tarea que realiza la máquina enderezadora y la de corte en frío como ya se mencionó anteriormente.

Estudio aleatorio por áreas

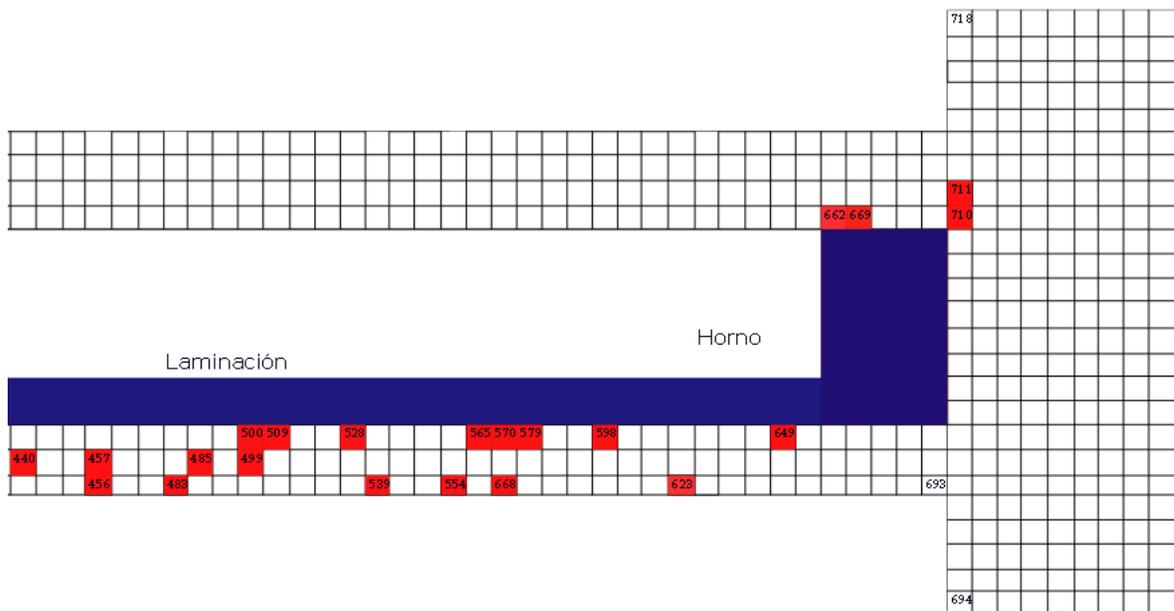
Como se puede observar en la figura 4. 5 y 4. 6 ambas correspondientes al área bajo estudio, se muestra la distribución de los cuadrantes en los cuales se registraron niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A), se observa que en los alrededores del sector de evacuación y la mesa de enfriamiento se presentó el mayor número de cuadrantes con niveles de presión sonora que superan los 85 dB(A), a su vez estos cuadrantes mostraron los mayores niveles de presión sonora en comparación con otros sectores de la planta, en el apéndice 16 se puede observar la tabla con los resultados registrados para cada cuadrante, en el cual se evaluaron 155 cuadrantes a excepción de aquellos que no fue posible muestrear por presencia de obstáculos en el punto de medición.

Figura 4. 7. Distribución del muestreo aleatorio para el sector de evacuación y bodega de producto terminado



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 8. Distribución del muestreo aleatorio por área para el sector de laminación, horno y bodega de materia prima



Fuente: Elaboración propia

Estudio de fuentes emisoras de ruido

Posterior al mapeo de ruido realizado, se procedió a evaluar el nivel de presión sonora procedente de aquellas máquinas que se encontraron dentro de las dimensiones de los cuadrantes de interés (con resultados de NPS igual o superior a los 85 dB(A)). El proceso está constituido por un gran número de máquinas que funcionan todas simultáneamente y ubicadas espacialmente de manera consecutiva entre ellas conformando un tren de laminación, por lo tanto para fines del análisis de fuente se procedió a agrupar todas las máquinas presentes dentro de los cuadrantes de interés de modo que ese sector de máquinas se visualizara como una única fuente, los resultados de las mediciones pueden observarse en el apéndice 16 donde se muestran los datos obtenidos en cada punto.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del barrido de frecuencias realizado en los puntos que mostraron mayor nivel de presión sonora para cada fuente de interés, con el fin de determinar cuáles son las frecuencias predominantes.

Tabla 4. 4. Barrido de frecuencias en el punto crítico para cada fuente de interés

Sector	Punto crítico	Frecuencia (Hz)									
		31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K
Ventilador del horno	13	102.3	98.6	95.4	93.3	97.3	96.4	91.8	88.8	83.3	77.4
Desbaste	13	76.6	78.5	85.8	88.5	86.4	84.9	83	77.8	73.4	66
Trenes intermedios I	24	75.5	76	80.2	86.5	88	83.8	81.3	79	70.2	61.5
Trenes intermedios II	13	74.2	79.9	80.9	86.5	86.9	85.8	84.2	83.3	78	75.3
Acabador	11	78.2	74.4	82.6	87.6	88.6	85.3	81.6	77.4	70.9	60.9
Atadora	23	75.5	76.9	82.7	84.9	85.8	85.7	87.5	90.1	85.6	75
Enderezadora y corte en frío	13	83.9	83.7	85.6	88.2	89.6	90.4	92.2	94.1	91.8	86.9
Rodillos transporte	11	73.5	74.7	81.1	84.6	84.5	84.5	86.8	87.2	82.8	72.9

Fuente: Elaboración propia

Las fuentes evaluadas como ya se mencionó se encuentran conformadas por un conjunto de máquinas que trabajan en línea por lo que para las mediciones este conjunto se visualizó como una sola máquina aplicando en la misma el diagrama de la araña, en las diferentes fuentes hubo puntos que no se pudieron contemplar debido a la presencia de obstáculos así como puntos ubicados en zonas de alto riesgo imposibilitando las mediciones. Además es necesario mencionar que durante la toma de mediciones no fue posible apagar las demás máquinas, ya que estas trabajan en conjunto por lo que todas deben funcionar simultáneamente.

Como se puede observar en la tabla anterior, el punto de medición 13 fue el que predominó en cuatro de las fuentes evaluadas, debido a que presentó los mayores NPS, estos niveles mayores se pueden asociar a la presencia de motores cercanos al punto de medición registrado como crítico. Para las fuentes restantes los puntos críticos se pueden asociar a las operaciones de las máquinas e impactos generados.

Además en la tabla anterior se puede apreciar que las frecuencias de 250 y 500 Hz son las que presentaron un mayor nivel de presión sonora para las fuentes de desbaste, trenes intermedios y acabador, determinando se estas como las frecuencias predominantes para estos sectores, mientras que se puede apreciar que las frecuencias de 2000 y 4000 Hz son las predominantes para las fuentes restantes a excepción del motor del horno, en el cual se observa que las frecuencias predominantes son las de 31.5 y 63 Hz. Estos aspectos son de importancia al incorporar controles de ruido, así como el grado de daño a nivel auditivo ya que las frecuencias altas pueden generar daños en mayor magnitud a nivel auditivo.

d) Exposición ocupacional a ruido

Audiodosimetrías personales

Con los resultados de las mediciones previas del mapeo de ruido y el análisis de fuente se seleccionaron doce trabajadores que laboraran en el área del proceso productivo, de los cuales se evaluaron a seis trabajadores del sector de evacuación, cuatro del sector de laminación y dos del sector del horno, esto con el fin de determinar el porcentaje de dosis resultante de exposición ocupacional a ruido. El estudio se realizó durante un periodo de 9 horas de la jornada laboral, ya que como lo dicta la metodología en tiempo mínimo de muestreo debe ser del 70 % de la jornada de trabajo, donde actualmente estas personas se laboran por un tiempo de 12 horas. Los NSCE fueron calculados proyectándolos a una jornada de 8 horas diarias.

Las valoraciones se realizaron en diferentes días, en los cuales el tipo de producto que se encontraban desarrollando varío según el plan de producción establecido, es necesario mencionar que el porcentaje de dosis puede variar según el tipo de acero largo que se esté produciendo, donde según se mencionaba anteriormente el personal de planta percibe que a mayor grosor de varilla mayor será el ruido producido, dato importante a considerar para el estudio ya que no fue posible muestrear durante la producción de los diferentes productos o durante aquellos de mayor grosor. En la siguiente tabla se muestran los resultados

obtenidos para la valoración de cada trabajador según el sector en el que se desempeña y el tipo de acero largo que se estaba produciendo.

Tabla 4. 5. Porcentajes de dosis, NSCE proyectados a 8 horas diarias y tiempos máximos de exposición ara cada trabajador.

Medición	Producto	Área	Tiempo de muestreo (h)	% Dosis	NSCE (dB(A))	Tiempo máximo de exposición (h)	Exposición real (h)
1	Angular	Evacuación	9	852,2	95.5	0.71	10
2	Angular	Evacuación	9	1227	97.1	0.49	10
3	Angular	Evacuación	9	548.9	93,6	1.1	10
4	Varilla 5x40	Laminación	9	680.7	94.55	0.88	10
5	Varilla 5x40	Laminación	9	336.8	91.5	1.78	10
6	Varilla 5x40	Horno	9	270.6	90.56	2.21	6
7	Varilla 5x40	Evacuación	9	1720	98,5	0.35	10
8	Varilla 4x40	Laminación	9	571.5	93.79	1.05	10
9	Varilla 4x40	Laminación	9	384.7	92.07	1.56	10
10	Varilla 4x40	Evacuación	9	1722	98.56	0.35	10
11	Varilla 4x40	Evacuación	9	1931	99.06	0.31	6
12	Varilla 6 y 3x40	Horno	9	260.61	90.39	2.3	10

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar claramente en los resultados mostrados en la tabla anterior todos los trabajadores se encuentran sobreexpuestos a ruido en el trabajo, ya que los porcentajes de dosis superan el 100 %. Además dicha condición es aún más evidente cuando se observan los NSCE cálculos, donde claramente se aprecia que todos superan los 85 dB(A) establecidos como límite de exposición ocupacional a ruido por la legislación nacional.

También se puede apreciar que los trabajadores que presentan mayor NSCE son aquellos que laboran en el sector de evacuación alcanzando niveles de ruido equivalentes que van desde los 93,6 hasta los 99, 06 dB(A), siendo este último el máximo registrado y evaluación durante la cual se estaba produciendo varilla 4x40, mientras que para el menor dato registrado se producía acero largo angular además de que el trabajador en la mayoría de la jornada se desempeñó en el puesto de empaquetado, lugar considerablemente alejado con respecto al puesto de los demás trabajadores de evacuación durante el muestreo.

Por otro parte, los trabajadores del sector de laminación mostraron NSCE menores con respecto a los de evacuación, siendo el mínimo registrado de 91.5 dB(A) y el máximo de 94. 55 dB(A), donde para el mayor dato registrado uno de los factores a considerar en la diferencia porcentaje de dosis registrada con respecto a los otros trabajadores de éste sector es el mayor tiempo en tareas de esmerilado. Mientras que para el caso de los trabajadores del horno las dos valoraciones realizadas se encuentran muy cercanas con sólo una diferencia de 10 % de dosis, siendo el mayor dato registrado de 270.6 % de dosis, para un NSCE de 90. 56 dB(A).

En lo que respecta al tiempo máximo de exposición calculado, se tiene que el mayor tiempo de exposición permitido es de 2.3 horas correspondiente a los trabajadores del horno, mientras que el mínimo permitido es de 0.31 horas para el sector de evacuación, tomando en cuenta que la exposición real al ruido ocupacional durante producción es de 10 horas diarias para la mayoría de los trabajadores, siendo notable que los trabajadores se encuentran sobreexpuestos a niveles de ruido peligrosos.

e) Valoración del equipo de protección auditiva

En la empresa como medio de control de ruido se proporcionan a los trabajadores tanto tapones auditivos como orejeras, quedando a gusto del trabajador cual de los dos equipo

de protección disponible desea utilizar o con cual se sienta más a gusto. El uso de estos equipos es obligatorio mientras la persona se encuentre en el interior de la planta.

Para la valoración del equipo de protección auditiva se realizó un barrido de frecuencias a nivel del oído de los trabajadores en los puestos más críticos trabajo, éste para los sectores de evacuación, laminación y horno, promediando posteriormente los datos obtenidos para finalmente obtener valores únicos para cada uno de los sectores, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. 6. Medición del NPS a nivel del oído de los trabajadores para evaluar el equipo de protección auditiva

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1K	2K	4K	8K
NPS en el área de evacuación	84.71	85.11	85.43	85.67	88.53	93.08	90.54
NPS en dB para el sector de laminación	81.37	87.31	87.56	86.40	81.97	78.06	72.87
NPS en dB para el sector del horno	85.1	85.8	83.2	80	78.2	75,5	71.2

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a evaluar tanto los tapones auditivos como las orejeras utilizadas en la planta para los sectores de evacuación, laminación y horno. Los resultados obtenidos para cada uno de estos se muestra en el apéndice 17.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos de atenuación ofrecida por ambos equipos de protección junto con los NSCE resultantes tras el cálculo de la reducción ofrecida por medio del método OSHA para cada uno de éstos equipos de protección suministrados por la empresa, esto para cada uno de los sectores del proceso.

Tabla 4. 7. NSCE resultantes tras la aplicación de reducción de ruido ofrecido por cada uno de los equipos de protección por medio del método OSHA

Sector	NSCE dB(A)	Atenuación de los tapones auditivos dB(A)	Tapones auditivos dB(A)	Atenuación de las orejeras dB(A)	Orejeras dB(A)
<i>Laminación</i>	94.55	9.43	85.12	21.27	73,28
	91.5		82.07		70,23
	93.79		84.36		72,52
	92.07		82.64		70,8
<i>Evacuación</i>	95.5	16.97	78.53	29.01	66,49
	97.1		80.13		68,09

	93,6		76.63		64,59
	98,5		81.53		69,49
	98.56		81.59		69,55
	99.06		82.09		70,05
Horno	90.56	9.17	81.39	19.45	71,11
	90.39		81.22		70,94

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar las orejeras ofrecen una mayor atenuación del ruido para los tres sectores del proceso en comparación con los tapones auditivos, aunque casi la totalidad de los trabajadores tiende a utilizar tapones auditivos en lugar de las orejeras.

Aplicando la atenuación ofrecida por estos equipos a los NSCE ofrecidos anteriormente, se determinó que con el uso de los tapones auditivos la mayoría de los datos se encuentran dentro del límite de acción, donde únicamente uno de estos datos sobre pasa levemente los 85 dB(A), por lo que estos equipos no cumplen con la reducción deseada. Por otra parte con el uso de las orejeras todos los datos se encuentran muy por debajo del límite de acción, siendo el mayor NSCE de 67.42 dB(A) éste para la zona de evacuación.

XIII. Conclusiones

- Según la percepción de todos los trabajadores los mayores NPS se presentan cuando se producen aceros largos de mayor grosor, angulares y vegas, aunque estos son los que presentan el menor periodo de elaboración.
- Se determinó que por las características de ubicación de las máquinas existe un predominio de ondas directas en los niveles de presión sonora registrados así como por los percibidos por los trabajadores.
- Se determinó que tres trabajadores del total de encuestados presentaban edades cercanas o superiores a los 50 años, además 13 de los trabajadores a laborando en sus puestos durante 11 y 13 años en la empresa, donde la edad y la exposición a los niveles sonoros registrados en la evaluaciones de hasta 99,06 dB(A), son factores que pueden ocasionar cambios de los umbrales auditivos de los trabajadores.
- Las capacitaciones brindadas a los trabajadores sobre aspectos relacionados con la exposición a ruido presentan carencias en su ejecución, ya que no se cuenta con el seguimiento debido para determinar los conocimientos adquiridos por los trabajadores en las capacitaciones.
- Actualmente no se llevan a cabo estudios de ruido en las fuentes generadoras y evaluaciones de exposición personal, de manera que se presentan carencias en los estudios de ruido que se realizan y los registros y datos obtenidos de éstos.
- El monitoreo de ruido ambiental permitió determinar que las áreas con mayores niveles de presión sonora (áreas críticas) son los sectores de laminación y evacuación, donde presentan niveles de presión sonora que oscilan entre os 85 a 90 dB(A).
- En los sectores de evacuación, laminación y horno propios del área de producción de aceros largos los trabajadores se encuentran expuestos a niveles de presión sonora que sobre pasan los 85 dB(A) establecidos por la legislación nacional para 8 horas.
- Las principales fuentes generadoras de ruido son la correspondiente a la enderezadora y corte en frío, y la empaquetadora, las cuales en el análisis de fuente mostraron NPS que superaban en su mayoría de sus puntos de medición los 90 dB (A).

- Aunque en las pruebas audiométricas no se han confirmado personas con sordera ocupacional, si se han identificado alteraciones en la capacidad auditiva de los trabajadores.
- Los tapones auditivos utilizados actualmente ofrecen una atenuación que permite reducir el NSCE hasta niveles que se ubican dentro de límite de acción, mientras que las orejeras ofrecen una mayor atenuación reduciendo el NSCE hasta niveles que oscilan entre los 66,49 dB(A) y 73,28 dB(A).
- Aunque las orejeras son las que ofrecen una mayor atenuación de ruido, estas son las menos utilizadas, ya que la mayoría de los trabajadores prefiere utilizar los tapones auditivos.

XIV. Recomendaciones

- Se debe evaluar la exposición personal de los trabajadores durante la producción de aceros largos de mayor grosor y aceros angulares, ya que el personal de planta mencionó percibir mayor ruido durante la producción de éstos.
- Se debe implementar un programa de capacitación el cual permita reforzar temas como efectos a la salud asociados a la exposición a ruido y métodos disponibles para la reducción de la exposición a ruido, en el cual se actualicen los temas y ofrezca un seguimiento adecuado posterior a cada capacitación que permita determinar el porcentaje de conocimientos adquirido por los trabajadores sobre los temas de capacitación.
- Se debe desarrollar e implementar un procedimiento adecuado de monitoreo de ruido tanto ambiental como a nivel personal, de manera que se cuente con un registro de las condiciones de exposición a ruido y se identifique cualquier cambio en éstos producto de cambio en el área, máquinas o procesos.
- Es necesario implementar medidas de control de ruido sobre las fuentes, a través de encerramientos, aislamientos o amortiguadores de impacto que permitan disminuir el ruido generado por las maquinas o el proceso.
- El transporte de productos terminados posterior a la mesa de enfriamiento es una de las principales fuentes de ruido en el área de evacuación, por lo tanto es necesario implementar una cubierta para los rodillos de manera que reduzca el ruido generado por este proceso.
- Se debe desarrollar e implementar un programa de vigilancia de la salud de los trabajadores por medio de pruebas audiométricas, el cual brinde el seguimiento debido a aquellos trabajadores que se encuentren expuestos a niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A).
- Seleccionar unos tapones de protección auditiva que brinden una atenuación que permita reducir el ruido percibido por los trabajadores hasta niveles inferiores a los 85 dB (A).

XV. Alternativa de solución

**Programa de Conservación Auditiva para el Proceso de
Laminación de la Planta ArcelorMittal Guápiles**

I. Contenido

- I. Aspectos generales ¡Error! Marcador no definido.**
 - A. Introducción..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - B. Objetivos..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - C. Metas ¡Error! Marcador no definido.**
 - D. Alcance ¡Error! Marcador no definido.**
 - E. Limitaciones ¡Error! Marcador no definido.**
 - F. Política de Seguridad y Salud ¡Error! Marcador no definido.**
 - G. Equipo de trabajo para el programa de conservación auditiva ¡Error!**

Marcador no definido.

- H. Funciones y responsabilidades ¡Error! Marcador no definido.**
- I. Definiciones ¡Error! Marcador no definido.**
- J. Organización del programa de conservación auditiva ¡Error! Marcador no**

definido.

- II. Monitoreo de la exposición de ruido..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - Frecuencia de las mediciones ¡Error! Marcador no definido.**
 - A. Procedimientos..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - A.1. Procedimiento de Mapa de ruido..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - A.2. Procedimiento de estudio de áreas por muestreo..... ¡Error! Marcador no**

definido.

- A.3. Procedimiento de estudio puntual de fuentes.. ¡Error! Marcador no definido.**
- III. Propuestas ingenieriles de control de ruido..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - A. Controles ingenieriles ¡Error! Marcador no definido.**
 - 1. Aplicación de alternativa de solución de control de ruido sobre los rodillos de las máquinas de enderezado y corte en frío..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - Método de verificación ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2. Aplicación de alternativa de control de ruido sobre la válvula de freno de la máquina de corte en frío ¡Error! Marcador no definido.**
 - 3. Aplicación de alternativa de control de ruido sobre el ventilador de combustión del horno ¡Error! Marcador no definido.**
 - B. Costos implicados para las alternativas de control propuestas ¡Error! Marcador no definido.**
- IV. Capacitación del personal ¡Error! Marcador no definido.**
 - A. Contenidos de las capacitaciones..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - B. Evaluación del rendimiento de las capacitaciones ¡Error! Marcador no definido.**
 - C. Costos de impartir las capacitaciones ¡Error! Marcador no definido.**
- V. Equipo de protección auditiva (EPA) ¡Error! Marcador no definido.**
 - B.1. Especificaciones para la selección del equipo de protección auditiva ¡Error! Marcador no definido.**

B.2. Procedimiento de uso, mantenimiento y suministro ¡Error! Marcador no definido.

B.3. Equipo de protección auditiva propuesto..... ¡Error! Marcador no definido.

VI. Vigilancia de la salud ¡Error! Marcador no definido.

C.1. Consideraciones generales ¡Error! Marcador no definido.

C.2. Procedimientos ¡Error! Marcador no definido.

C.5. Casos especiales ¡Error! Marcador no definido.

VII. Evaluación y seguimiento ¡Error! Marcador no definido.

D.1. Procedimiento ¡Error! Marcador no definido.

VIII. Conclusiones..... ¡Error! Marcador no definido.

IX. Recomendaciones..... ¡Error! Marcador no definido.

X. Apéndices del programa de conservación auditiva ¡Error! Marcador no definido.

Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de cuadrantes para el mapa de ruido ¡Error! Marcador no definido.

Figura 2. Puntos de medición recomendados para el estudio de área por muestreo
..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 3. Croquis de araña para cada fuente de ruido..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4. Alternativa de encerramiento para la válvula de freno de la TI- 4 ¡Error!
Marcador no definido.

Figura 5. Alternativa de aislamiento para el ventilador de combustión ... **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de Tablas

Tabla 1. Asignación de responsabilidades para el programa de conservación auditiva **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2. Fases de implementación del programa de conservación auditiva **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3. Características de la lámina de acrílico de ½ pulgada **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. Calculo de los valores para el aislamiento requerido por el encerramiento de la válvula de freno **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 5. Valores de TL por frecuencia del material alternativo para el encerramiento **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 6. Características de la lana de fibra de vidrio **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 7. Valores de aislamiento brindado por la lana de vidrio para el ventilador de combustión **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 8. Valores de aislamiento por frecuencia de la lana mineral de roca para el ventilador de combustión **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 9. Costos implicados al uso de los materiales y mano de obra para las propuestas de control de ruido..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 10. Requerimientos generales de ruido para la capacitación ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11. La audición y su relación con la exposición a ruido **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 12. Criterios de protección para la exposición a ruido en el trabajo ¡Error!

Marcador no definido.

Tabla 13. Costos implicados con la realización de las capacitaciones ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 14. Evaluación del equipo de protección auditiva por el método OSHA **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 15. Descripción del equipó de protección auditivo propuesto... **¡Error! Marcador no definido.**

I. Aspectos generales

A. Introducción

En el área de proceso de producción de laminados se generan niveles de ruido peligrosos para la salud de los trabajadores según el estudio realizado durante el segundo semestre del 2015, la presencia de este agente se asocia a las diferentes tareas y labores propias del proceso.

Los estudios de ruido realizados en el área de proceso de laminados, mostraron en las audiodosimetrías personales que los trabajadores de los sectores del horno, laminación y evacuación se encuentran expuestos a niveles sonoros continuos equivalentes que superan los 85 dB(A) establecidos por la legislación nacional para jornadas no mayores a las 8 horas, lo cual representa un riesgo para la salud de los trabajadores.

Además, a lo anterior se le suman las carencias encontradas en las capacitaciones brindadas, junto con la falta de procedimientos adecuados de evaluación de ruido que permitan tomar medidas de acción para controlar la exposición de los trabajadores al ruido, esta información es necesaria para la planificación, incorporación e intervención de un programa de conservación auditiva.

Por tal motivo es necesaria la implementación de un programa de conservación auditiva que permita mejorar la condición actual que vive el personal con respecto a la exposición a ruido, generando a su vez otros beneficios como la prevención temprana de daños a la salud asociados a la exposición a este agente, contribuyendo además con la seguridad, salud y el cumplimiento legal de la empresa.

Para mejorar las condiciones de exposición de los trabajadores a ruido se propone un programa de conservación auditiva que contempla aspectos técnicos e ingenieriles que permiten la reducción de los niveles de presión sonora percibidos por los trabajadores reduciendo éstos hasta niveles inferiores a los aceptables.

B. Objetivos

Objetivo general

- Establecer alternativas de solución para prevenir la pérdida auditiva inducida por la exposición ocupacional a ruido en el área de producción de aceros largos.

Objetivo específico

- Brindar procedimientos específicos para evaluar los niveles de presión sonora del ambiente de trabajo y las exposiciones personales.
- Ofrecer medidas de intervención administrativas e ingenieriles para la disminución de ruido generado por las máquinas o procesos
- Proponer medidas de evaluación y seguimiento de los elementos que conforman el programa.

C. Metas

- Informar por medio de capacitaciones al 100% de los trabajadores del área de proceso de producción de aceros largos sobre los efectos a la salud asociados a la exposición ocupacional a ruido con el fin de crear conciencia en el tema de seguridad así como una cultura de prevención en un plazo no mayor a un año.
- Reducir los niveles de presión sonora del área de proceso productivo de aceros largos, de forma escalonada en un 20% por medio de la implementación de medidas de control ingenieriles y administrativos. Proceso que se realizará en un plazo no mayor a un año.
- Reducir por medio de la implementación del equipo de protección auditiva los niveles de presión sonora que perciben los trabajadores hasta niveles inferiores a los 75 dB (A) en un periodo no mayor a tres meses de la implementación del programa.
- Implementa el 100% de los componentes del programa de conservación auditiva en el área de proceso de producción de laminados en un plazo no mayor a un año.

D. Alcance

El programa debe ser aplicado al área de proceso productivo de aceros largos, con el fin de ofrecer mejores condiciones de trabajo y prevenir las consecuencias a la salud que puede traer la exposición a ruido. Dicho programa contemplará medidas ingenieriles y administrativas, así como evaluación y seguimiento del programa, lo cual permita la continuidad y mejora del éste. Además dentro del programa de conservación auditiva no se incluyen los aspectos relativos a los efectos no traumáticos de la exposición ocupacional a ruido.

E. Limitaciones

- Las medidas de intervención para la reducción de ruido se diseñaron con base en el tipo de producción y productos desarrollados durante las evaluaciones, por lo tanto no contempla condiciones de producción de los aceros de mayor grosor, los cuales pueden generar niveles de presión sonora importantes.

F. Política de Seguridad y Salud

La política de Salud y Seguridad con la que cuenta actualmente ArcelorMittal, la cual todos los trabajadores y miembros de la empresa están obligados a cumplir es la siguiente:

Trabajaremos con firme voluntad de cero accidentes y lesiones. Para ello nos comprometemos a:

- Identificar, evaluar y eliminar los riesgos que afectan a la seguridad y la salud para garantizar el control de todos los peligros.
- Establecer un proceso eficaz para prevenir todos los accidentes y enfermedades profesionales.
- Fomentar una cultura que promueva la seguridad y la salud, con un liderazgo visible y una clara responsabilidad.
- Proporcionar a cada persona la formación adecuada para que desarrolle su trabajo de forma segura.
- Analizar todos los incidentes a fin de evitar su repetición.
- Establecer una cultura en la que se interrumpa cualquier trabajo si éste se desarrolla en condiciones inseguras.
- Establecer objetivos cuantificables y efectuar un seguimiento del progreso a través de auditorías e informes de trabajo regular
- Cumplir integralmente los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba.
- Actualizar y comprobar la operatividad de los procedimientos para situaciones de emergencia.

G. Equipo de trabajo para el programa de conservación auditiva

El desarrollo del programa de conservación auditiva debe contemplar como parte de sus recursos operativos a toda persona que esté involucrada en su implementación y desarrollo,

el cual involucra a personas de distintas áreas para la ejecución de las distintas actividades, los cuales se muestran a continuación:

- Gerencia General
- Gerencia de recursos humanos
- Gerencia de producción
- Coordinador de Seguridad y Salud ocupacional (SySO)
- Médico de empresa
- Departamento de mantenimiento
- Supervisores del área
- Empleados

H. Funciones y responsabilidades

Tabla 1. Asignación de responsabilidades para el programa de conservación auditiva

Actividad	Responsables								
	Gerencia General	Gerencia de Recursos Humanos	Gerencia de Producción	SySO	Medico de empresa	Mantenimiento	Supervisor del área	Empleado	Personal de bodega
Asegurar que se cumplan los lineamientos y requisitos del personal a contratar.	X								
Asignar y aprobar el presupuesto para la implementación del programa de conservación auditiva.	X								
Aprobar el programa y sus cambios.	X								
Organizar las capacitaciones propuestas en el programa.				X					
Mantener los registros y documentación obtenida a partir de las evaluaciones y medidas dadas en el programa				X	X				
Ejecutar el seguimiento de las capacitaciones que forman parte del programa.				x					
Ejecutar el seguimiento de los controles de tiempos máximos de exposición							X		
Ejecutar el seguimiento del uso y mantenimiento del equipo de protección auditivo.							X		X
Ejecutar el seguimiento de los controles en fuentes.						X			
Ejecutar el seguimiento de las evaluaciones de ruido.				X					

Evaluar los componentes del programa				X					
Establecer medidas disciplinarias para el personal que no acate los aspectos establecidos en el programa		X							
Asegurarse de que las pruebas audiométricas son realizadas por personal certificado y competente en materia de medicina laboral.		X			X				
Velar por la realización de las audiometrías a personal de nuevo ingreso y por periodos anuales.					X				
Informar al administrador del programa y el trabajador sobre la posibilidad de pérdidas en su capacidad auditiva y el procedimiento a seguir.					X				
Notificar al administrador del programa sobre cualquier anomalía o incumplimiento que se presente con respecto al programa					x	X	X	X	
Acatar las disposiciones estipuladas en el programa.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verificar el cumplimiento de metas y objetivos del programa.				X					
Evaluar la efectividad del programa				X					

Fuente: Elaboración propia

I. Definiciones

Ruido

Definición

El ruido se define como: *“un conjunto de ruidos ininteligibles y no coordinados, cuya sensación resulta desagradable y que además interfiere en la actividad humana”* (Baraza, Castejón, & Guardino, 2014)

Otros autores ofrecen su definición de ruido desde el punto de vista fisiológico describiéndolo como *“cualquier sonido que se propaga a través del órgano auditivo, el cual puede considerarse indeseable y con capacidad de causar daños a la salud”* (Álvarez, 2011). Mientras que desde el punto de vista físico el ruido se considera *“una mezcla de ondas sonoras situadas en el campo de frecuencias audibles y de intensidades variables”* (Henaó F. , 2007)

El ruido cuenta con dos características básicas de importancia en el este tema, las cuales son: la amplitud de la onda o intensidad de presión, para la cual su unidad de medida es el decibel (dB), y la frecuencia con los que se presentan los picos de presión, medida en ciclos por segundo o Hertz. (Asfahl, 2000)

Tipos de ruido existentes

Se encuentran varias clasificaciones de ruido, las cuales se muestran a continuación:

Ruido de impacto o impulso: ruido de corta duración, se produce una elevación del ruido en un tiempo menor a los 35 milisegundos, con una duración total del sonido de 0.5 segundos, además debe existir un lapso de tiempo aproximado de un segundo entre un impacto y otro para que el ruido se pueda considerar dentro de esta clasificación.

Ruido continuo fluctuante: aquel que presenta variaciones en el nivel de presión sonora mayores de 5 dB (A) en periodos cortos de tiempo; el ruido tiende a variar aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Ruido continuo estable o estacionario: aquel que presenta variaciones en el nivel de presión sonora menores a 5 dB (A) a lo largo del tiempo.

Ruido intermitente: aquel que presenta variaciones en el nivel de presión sonora superiores a los 5 dB (A) en periodos no mayores a 15 minutos, manteniendo el nivel

superior por aproximadamente un segundo y puede ser: intermitente fijo o intermitente variable. (Mancera, Mancera, & Mancera, 2012)

Equipo de Medición utilizado

Para la determinación del nivel de presión sonora al cual se exponen los trabajadores de un determinado puesto se cuenta con varios equipos, entre éstos se pueden considerar:

Sonómetro: el cual realiza mediciones directas del nivel de presión sonora; existen dos tipos de sonómetro, el convencional que brinda mediciones instantáneas, y el integrador, que realiza mediciones promediadas en el tiempo. (INSHT, 2006)

Dosímetro: este equipo permite conocer el porcentaje de dosis de ruido que recibe la persona para una jornada laboral o para ciclos determinados de trabajo, además puede ser utilizado para todo tipo de ruido. (Bovea, 2013)

Factores influyentes en la exposición a ruido

Según Bovea (2013) los efectos derivados de la exposición al ruido se ven influenciados por una serie de factores que permiten determinar el riesgo por pérdida auditiva, siendo estos los siguientes:

- **Nivel de presión sonora:** conforme aumenta el nivel de presión sonora aumenta el daño auditivo, pero no con relación lineal.
- **Tipo de ruido:** es más tolerable el ruido continuo en comparación con el discontinuo
- **Tiempo de exposición al ruido:** tiempo que el trabajador permanece expuesto al ruido
- **Edad:** con la edad, el oído presenta pérdidas auditivas, es decir, aumenta su umbral de audición.

Otros autores recomiendan tomar en cuenta un número más amplio de factores que influyen en el desarrollo de la sordera profesional, donde a los ya mencionados se les adicionan los siguientes: la frecuencia del sonido, susceptibilidad individual, sexo, enfermedades del oído medio y naturaleza del ruido. (Baraza, Castejón, & Guardino, 2014)

Programa de Conservación Auditiva (PCA)

Definición

Un PCA se puede definir como un programa cuyo fin es *“la prevención de las pérdidas auditivas provocadas por la exposición peligrosa al ruido en el lugar de trabajo”* (Royster y Royster, 1989 y 1990), además de educar y motivar a las personas en lo correspondiente a la protección ante ruidos peligrosos (OIT, 2012).

Por otra parte, OSHA considera un PCA como aquel dirigido a evitar y prevenir la pérdida de la audición asociado a la exposición laboral a ruido, además de favorecer los niveles de productividad de los trabajadores así como una menor incidencia de ausentismo (OSHA, 2001).

Fases

Según OSHA y NIOSH un programa de conservación auditivo está constituido por una serie de fases, las cuales se definen a continuación:

Monitoreo de la exposición a ruido: Esta primera fase busca monitorear los niveles de presión sonora de manera que se permita identificar a los trabajadores que se encuentran expuestos a ruidos superiores a los 85 dB (A), durante jornadas labores que excedan las ocho horas. La medición de la exposición debe incluir todo ruido continuo, intermitente e impulsivo que oscile entre los 80 dB (A) y los 130 dB (A), y se deberá medir durante una condición común de trabajo. Este proceso deberá repetirse cuando se realicen cambios en el proceso. Además, la información obtenida se les facilitará a los trabajadores (OSHA, 2002).

Controles ingenieriles y administrativos: Los controles ingenieriles buscan minimizar la exposición peligrosa a ruido, reduciendo de tal manera los riesgos para la salud, esto se logra por medio de modificación o sustitución de equipos, cambios físicos en la fuente o a lo largo de la ruta de propagación. Por otra parte, los controles administrativos están dirigidos a cambios en el lugar de trabajo que permiten que los trabajadores se expongan durante un menor tiempo al ruido, esto se logra a través de rotación del personal, operación de máquinas ruidosas durante los turnos con menos trabajadores, entre otras (OSHA, 2001).

Educación y motivación: Se deben realizar sesiones para educar y motivar al trabajador en todos los aspectos relevantes del programa de conservación auditiva, “las

sesiones son igual de valiosas tanto para la administración como para los trabajadores para que comprendan que una exitosa prevención de la pérdida de audición necesita compromiso, comunicación y cooperación” (NIOSH, 1996).

Dispositivos de protección auditiva: Estos dispositivos se utilizarán cuando no sea factible la implementación de controles ingenieriles o administrativos, o cuando aun habiéndose implementado estos controles los niveles de presión sonora exceden los 85 dB (A). Se debe facilitar equipos de protección adecuados, así como informar a los trabajadores sobre el uso correcto de los mismos y la importancia de su utilización. Es importante mantener un control periódico sobre la condición y el rendimiento de estos equipos (NIOSH, 1996).

Pruebas Audiométricas y monitoreo: Por medio de las pruebas audiométricas se puede valorar si el programa está previniendo la pérdida en la audición de los trabajadores. (NIOSH, 1996). A su vez permite promover e incentivar a los trabajadores en la importancia de la audición y la necesidad de protegerla. El programa debe incluir audiogramas base, audiogramas anuales, capacitaciones y procesos de seguimiento (OSHA, 2002).

Audiograma base: audiograma usado de referencia para evaluaciones futuras, se realiza seis meses después de la primera exposición a un TWA 85 dB (A) para una duración de ocho horas.

Audiograma anual: audiogramas realizados un año después de haberse realizado el audiograma base.

Se deberá informar a los trabajadores sobre los resultados de las pruebas audiométricas; si la evaluación audiométrica muestra algún caso de variación en el umbral auditivo se deberán tomar las medidas adecuadas como: información y educación de la persona, así como remitirlo a un médico especialista en el área de ser necesario (OSHA, 2002).

Evaluación del Programa: Se realizará una revisión a todas las partes del programa de conservación auditiva con el fin de determinar el grado al cual está trabajando, si éste presenta algún problema, y que sectores pueden mejorar. El programa se puede evaluar a partir de: integridad y calidad de los componentes, a través de listas de control, o a partir de la evaluación de los exámenes audiométricos, donde la presencia de casos con pérdida auditiva indica la falla del programa (NIOSH, 1996).

J. Organización del programa de conservación auditiva

Para la implementación del programa de conservación auditiva es necesario establecer las diferentes fases, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 2. Fases de implementación del programa de conservación auditiva

<i>Revisión de la propuesta de programa de conservación auditiva</i>	<ul style="list-style-type: none"> --Entrega del programa a la gerencia de ArcelorMittal -Revisión del programa -Aprobación del programa por parte de la gerencia -Asignación del presupuesto para la ejecución del programa -Asignar responsabilidades
<i>Implementación del programa</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Comunicación a todos los colaboradores del propósito del programa y los aspectos que contempla -Implementar los procedimientos establecidos en el programa -Implementar las medidas de control ingenieril propuestos - Llevar a cabo el programa de capacitación
<i>Evaluación y seguimiento del programa</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Aplicar el procedimiento definido para la evaluación de los componentes del programa después de ser éste implementado. Evaluar los resultados obtenidos una vez aplicadas las medidas de mejora.
<i>Actualización del programa</i>	<ul style="list-style-type: none"> -A partir de los resultados de la evaluación revisar los componentes del programa actualizando aspectos de acuerdo a las condiciones presentes y proponiendo oportunidades de mejora para el mismo.

Fuente: Elaboración propia

Cronograma de Implementación del programa

<i>Actividad</i>	Duración
<i>Entrega del programa a la empresa</i>	1 día
<i>Revisión y aprobación del programa</i>	1 mes
<i>Implementar las recomendaciones descritas en los siguientes apartados del programa</i>	
<i>Monitoreo de la exposición</i>	Una año posterior al último estudio, con una frecuencia anual
<i>Controles ingenieriles</i>	10 meses
<i>Capacitación del personal</i>	3 meses para cada tema de capacitación, donde se abarquen todos los temas al cabo de 9 meses
<i>Equipo de protección auditiva</i>	3 meses
<i>Vigilancia de la salud</i>	Una vez cada año a partir de la última estudio medico
<i>Evaluación del programa</i>	Cada 3 meses después de la aprobación del programa durante el primer año de su implementación, después una vez al año
<i>Actualización del programa</i>	Cada vez que sea necesario

Fuente: Elaboración propia

	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:1 de 14
Fecha: 3/12/2015			

II. Monitoreo de la exposición de ruido

Propósito

Establecer la metodología adecuada para llevar a cabo las evaluaciones de ruido en el área de proceso de producción de laminados de la empresa ArcelorMittal, con el fin de dar seguimiento al control de dicha área.

Alcance

Ofrecer los procedimientos necesarios para realizar la evaluación de los niveles de presión sonora para el área de proceso de producción de laminados.

Meta

- Realizar anualmente evaluaciones de las condiciones de los niveles de presión sonora presentes en la planta.

Indicador

- Niveles de presión sonora en la planta

Responsabilidades

- El departamento de SySO será el encargado de realizar las evaluaciones de ruido, o en tal caso de contratar a personal externo calificados y certificados para la realización de las evaluaciones de ruido, a su vez el departamento de SySO supervisará las evaluaciones con el fin de garantizar la correcta ejecución de las mediciones deseadas.
- El departamento de SySO será el encargado de evaluar los resultados obtenidos a través de las evaluaciones de ruido y valorar los controles para el ruido contemplados en el programa de conservación auditiva.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:2 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- El departamento de SySO deberá comunicar los principales resultados obtenidos en las evaluaciones de ruido a toda la población trabajadora relacionar con las áreas evaluadas, esto a través de los murales informativos.
- El departamento de SySO debe coordinar con la gerencia de producción, los supervisores del área y los trabajadores la fecha en la cual se realizaran las evaluaciones, asimismo éstos deben facilitar el tiempo que sea necesario para llevar a cabo las evaluaciones de ruido que correspondan, ya sean evaluaciones ambientales de ruido en fuente o personales.
- El departamento de SySO debe mantener los registros de todas las mediciones y evaluaciones realizadas correspondientes al programa.
- El departamento de SySO debe elaborar un informe con los resultados obtenidos, así como sus análisis correspondientes.

Frecuencia de las mediciones

Las mediciones se realizaran con una frecuencia anual. En el caso de que se presente algún cambio en la maquinaria, equipo o procesos que pueda originar algún cambio en los niveles de presión sonora en el área el encargado del departamento de Salud y Seguridad Ocupacional deberá realizar los estudios correspondientes para determinar las nuevas condiciones de exposición al cual se ven expuesto los trabajadores del área bajo estudio.

Equipos

- Sonómetro convencional
- Sonómetro integrador con filtros de bandas de octava
- Pistófonos
- Audiodosímetros

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:3 de 14
Fecha: 3/12/2015			

Evaluaciones de los niveles ambientales de ruido

Seguidamente se muestran los procedimientos a llevar a cabo para para determinar los niveles ambientales de ruido en el área.

A. Procedimientos

A.1. Procedimiento de Mapa de ruido

- A.1.1. El mapa de ruido contemplará las máquinas involucradas en el proceso de producción de aceros largos a excepción de la mesa de enfriamiento.
- A.1.2. La sub área se dividirá en cuadrantes de 50 m² (4 metros de ancho por 12,5 metros de largo), de modo que se obtenga un total de 35 cuadrantes.
- A.1.3. Se numeraran los cuadrantes en forma de “S” iniciando desde el sector del horno y culminando en el sector de evacuación, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Distribución de cuadrantes para el mapa de ruido



Fuente: Elaboración propia

- A.1.4. Se identificará el centro de cada cuadrante de manera que permita su visualización para la realización de las mediciones en ese punto
- A.1.5. Se realizaran mediciones cada 30 minutos en cada cuadrante durante toda la jornada de trabajo.
- A.1.6. Se procederán a anotar las mediciones y la hora en la que se llevaron a cabo en una bitácora de muestreo (Apéndice 1), el cual se mantendrá como registro de mediciones.
- A1.7. Durante las mediciones se colocará el micrófono siempre en una misma dirección.
- A.1.8. Las mediciones se deben realizar en durante un único día.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:4 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.1.9. Las evaluaciones se deben realizar durante la producción de aceros de mayor grosor (varilla 8 y 9), angulares, y aquellas que los trabajadores durante sus labores las perciban como muy ruidosas.
- A.1.10. Durante las mediciones se deben registrar las condiciones y eventos presentes (tipo de productos, tiempos de producción, entre otros).
- A.1.11. Para la realización de las mediciones se utilizará un sonómetro convencional, se procederá a encender y calibrar este con el uso de un pistófono, seleccionando una velocidad de respuesta “slow” y escala de ponderación “A”.
- A.1.12. Con los datos obtenidos se procederá a obtener los promedios logarítmicos de los niveles de presión sonora (NPS) para cada cuadrante por medio de la siguiente formula:

$$NPS = 20 \text{ LOG } \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Li}{10}} \right]$$

- A.1.13. Se graficarán los resultados y se representarán por medio de un croquis del área la clasificación de los NPS con un color específico para cada rango establecido:

Verde: NPS menores a 80 dB(A)

Amarillo: NPS \geq 80 dB(A) y $<$ 85 dB(A)

Rojo: NPS \geq 85 dB(A)

- A.1.14. Los datos obtenidos de las mediciones se deben transcribir al documento de Excel “Registro de Evaluación de ruido”, colocando los datos en la Tabla 1. Registro de mediciones del mapa de ruido, éstos para el año correspondiente a las mediciones.
- A.1.15. En la hoja de cálculo de Excel “Mapa de ruido” se clasificará los cuadrantes de acuerdo a los NPS según la siguiente escala:

Verde: NPS menores a 80 dB(A)

Amarillo: NPS \geq 80 dB(A) y $<$ 85 dB(A)

Rojo: NPS \geq 85 dB(A)

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:5 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.1.16. En la hoja de cálculo de Excel “Mapa de ruido” se graficarán los NPS promedios para cada cuadrante, además se graficarán los NPS promedios de las últimas dos evaluaciones realizadas (a partir del año 2016), comparando los resultados obtenidos a fin de poder visualizar cualquier variación que se presente.
- A.1.17. En la hoja de cálculo nombrada “Resumen de mapa de ruido se mostrará el número de cuadrantes críticos para cada año de medición, así como los valores mínimos y máximos registrados en cada año.
- A.1.18. Realizar un análisis que permita determinar cuáles son los posibles factores que influyen en éstos cambios (tipo de producto, cambios en máquinas o procesos, entre otros).
- A.1.19. Si los niveles de presión sonora son superiores a los registrados en la hoja de cálculo “Mapa de ruido” propio del documento de Excel “Registro de monitoreo de la exposición”. Se debe realizar un análisis con el fin de identificar los factores que generan el aumento de los niveles sonoros y proponer soluciones para la reducción de éstos por medio de medidas de control ingenieril.
- A.1.20. Si los niveles de presión sonora son inferiores a los registrados en el año anterior (Documento Excel: Registro de monitoreo de la exposición- Mapa de ruido) se analizarán los datos a fin de determinar las medidas y factores que llevaron a esta reducción, promoviendo su seguimiento en la puesta en práctica y la implementación de nuevos controles para la reducción de ruido.
- A.1.21. El departamento de SySO debe elaborar un informe el cual incluya los aspectos mencionados anteriormente, de modo que se le presente a la gerencia la comparación de los datos de las últimas mediciones, así como su análisis y mejoras a implementar para la reducción de ruido.

A.2. Procedimiento de estudio de áreas por muestreo

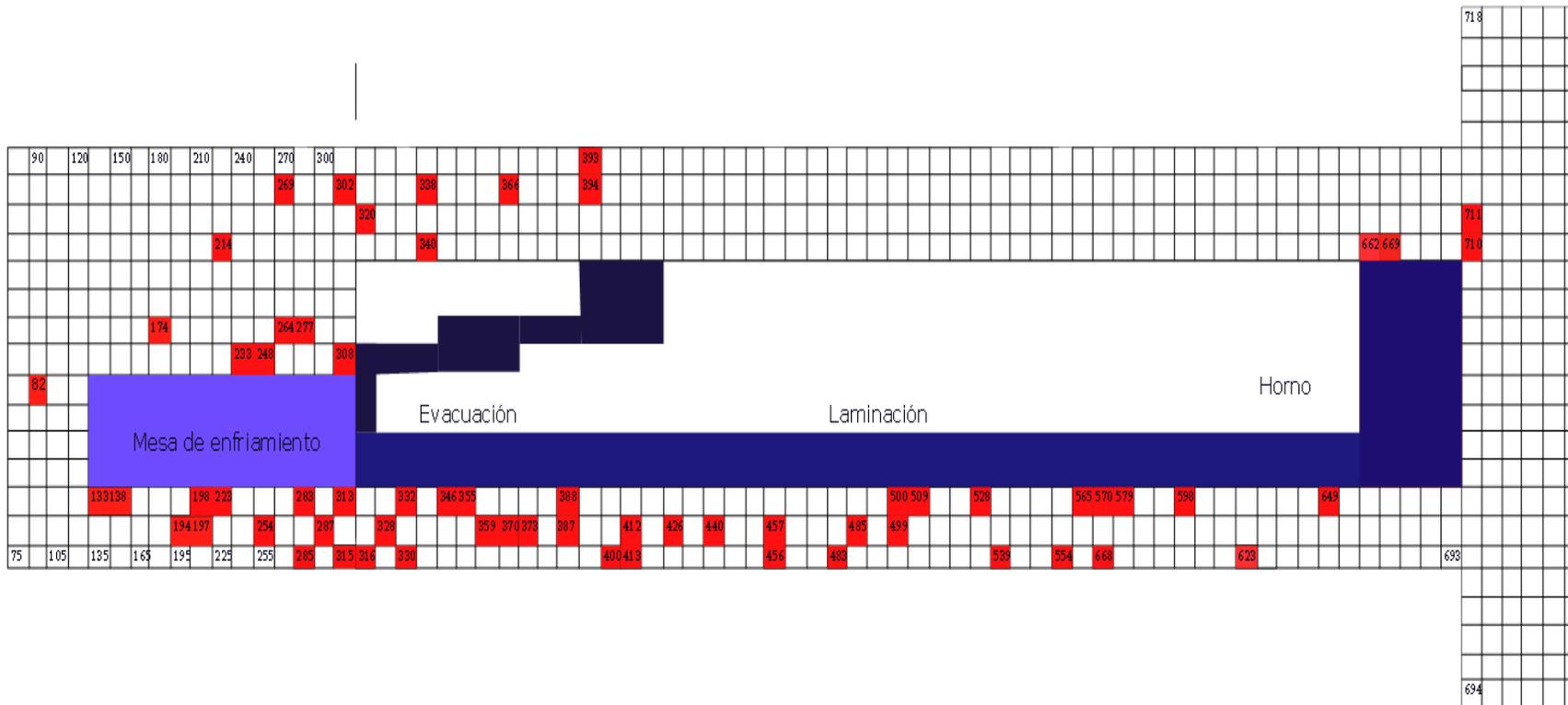
- A.2.1. El estudio de áreas por muestreo debe abarcar el resto de los sectores del proceso de producción de laminados que aún no han sido evaluados.
- A.2.2. Las evaluaciones se deben realizar durante la producción de aceros de mayor grosor (varilla 8 y 9), angulares, y aquellas que los trabajadores durante sus labores las perciban como muy ruidosas.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:6 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.2.3. El área a evaluar se debe dividir en cuadrantes de 4 m x 4 m.
- A.2.4. Los cuadrantes serán numerados de 1 a 973, iniciando desde el sector oeste de la planta correspondiente a materia prima finalizando en el sector este correspondiente a la bodega de materia prima.
- A.2.5. Se procederá a identificar el centro de cada cuadrante de manera que sea visible para realizar las mediciones en este punto.
- A.2.7. Se medirán un total de 65 puntos de medición.
- A.2.8. En la siguiente figura se muestra a distribución de los puntos a medir, los mismos se identifican de color rojo.

	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:7 de 14
Fecha: 3/12/2015			

Figura 2. Puntos de medición recomendados para el estudio de área por muestreo



Fuente: Elaboración propia

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:8 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.2.9. Las mediciones se realizaran en dos jornadas de trabajo midiendo dos veces durante cada día.
- A.2.10. Se registrará en la bitácora (Apéndice 2) tanto las mediciones como las condiciones presentes durante el proceso de medición (tipo de producción, tiempos de producción, entre otros).
- A.2.11. Para realizar las mediciones se utilizará un sonómetro convencional, se procederá a encender y calibrar este con el uso de un pistófono.
- A.2.12. Una vez se cuenten con los datos de las mediciones se debe calcular los promedios logarítmicos para cada cuadrante medido.
- A.2.13. Se identificarán aquellos cuadrantes que presenten niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A)
- A.2.14. Los datos obtenidos de las mediciones se deben transcribir al documento de Excel “Registro de evaluación de ruido”, colocando los datos en la Tabla 2. Registro del muestreo aleatorio por áreas, éstos para el año correspondiente a las mediciones.
- A.2.15. En la hoja de cálculo “Muestreo aleatorio por áreas” se mostrarán los datos correspondientes al el NPS máximo y mínimo registrado, el promedio y la desviación estándar para cada uno de ellos, a su vez se clasificaran los cuadrantes en:

Verde: NPS menores a 80 dB(A)

Amarillo: NPS \geq 80 dB(A) y $<$ 85 dB(A)

Rojo: NPS \geq 85 dB(A)

- A.2.16. En la hoja de cálculo “Resumen del muestreo aleatorio” se mostrarán el número de cuadrantes críticos para cada año, así como los NPS máximos y mínimos para cada año.
- A.2.17. Realizar un análisis que permita determinar cuáles son los posibles factores que influyen en éstos cambios (tipo de producto, cambios en máquinas o procesos, entre otros).

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:9 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.2.18 Si los niveles de presión sonora son superiores a los registrados anterior a la última evaluación (Documento Excel: Registro de monitoreo de la exposición- Muestreo aleatorio por áreas) anteriormente se debe realizar un análisis con el fin de identificar los factores que generan el aumento de los niveles sonoros.
- A.2.19. Si los niveles de presión sonora son inferiores a los registrados en el año anterior (Documento Excel: Registro de monitoreo de la exposición- Mapa de ruido) se analizarán los datos a fin de determinar las medidas y factores que llevaron a esta reducción, promoviendo su seguimiento en la puesta en práctica y la implementación de nuevos controles para la reducción de ruido.
- A.2.20. El departamento de SySO debe elaborar un informe el cual incluya los aspectos mencionados anteriormente, de modo que se le presente a la gerencia la comparación de los datos de las últimas mediciones, así como su análisis y mejoras a implementar para la reducción de ruido.

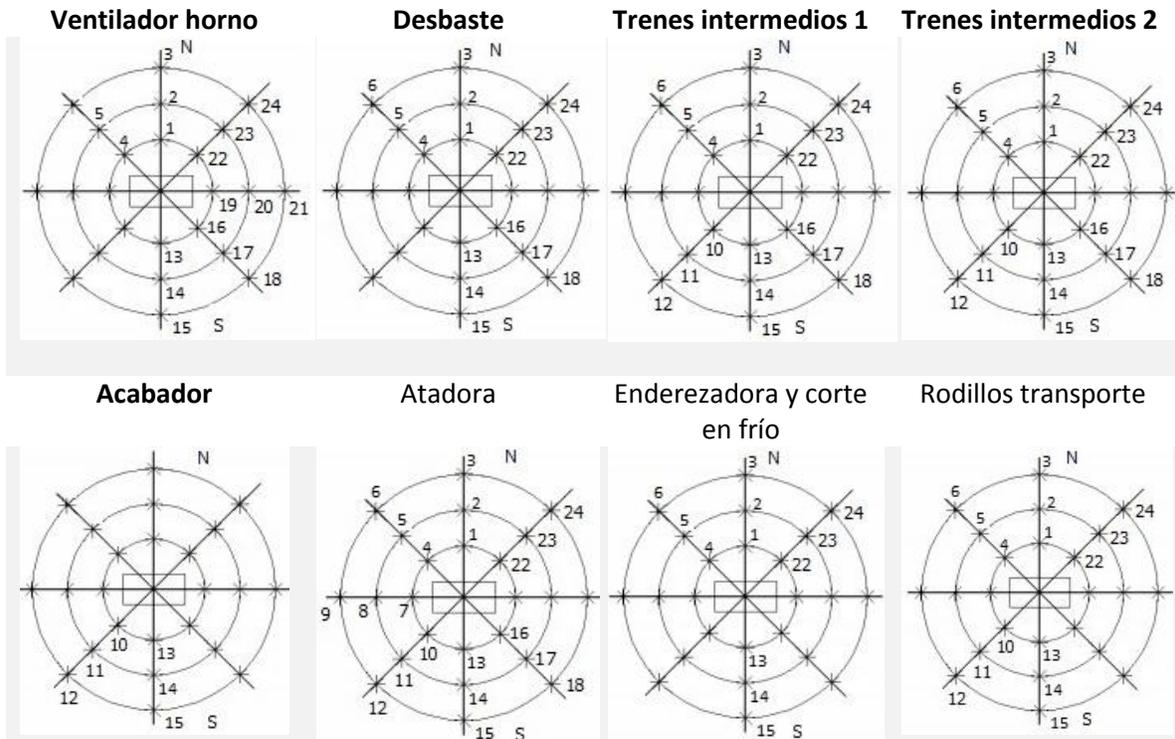
A.3. Procedimiento de estudio puntual de fuentes

- A.3.1. Las máquinas que conforman el proceso de producción de aceros largos cuentan con la característica de que todas se encuentran unidas y funcionan simultáneamente, por tal motivo es que se seleccionarán el conjunto de máquinas que se encuentre dentro de las dimensiones de los cuadrantes del mapa de ruido, visualizando este conjunto de máquinas como una única fuente sonora para efectos de las mediciones puntuales en fuente.
- A.3.2. Las evaluaciones se deben realizar durante la producción de aceros de mayor grosor (varilla 8 y 9), angulares, y aquellas que los trabajadores durante sus labores las perciban como muy ruidosas.
- A.3.3. Las fuentes sonoras a evaluar serán: ventilador del horno, desbaste, trenes intermedio I y II, acabador, atadora, enderezadora y corte en frío, rodillos de transporte.
- A.3.4. Para el análisis puntual de fuente, se medirán en los puntos que se encuentran numerados en la siguiente figura respectivamente para cada una de las fuentes, los puntos se encuentran ubicados de manera que se inicie al norte

	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:10 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- (N) de la máquina siendo está la parte de atrás del tren de laminación. Se trazaran tres círculos ubicados a 1, 2 y 3 metros de la fuente, trazando una línea horizontal, vertical y 2 líneas cruzadas a través de los tres círculos.

Figura 3. Croquis de araña para cada fuente de ruido



Fuente: Elaboración propia

- A.3.5. Se procederá a medir en los puntos designados, para el cual el equipo a utilizar será un sonómetro con filtro de bandas de octava, el mismo debe ser previamente calibrado a 114 dB(A).
- A.3.6. Se medirá en aquellos puntos físicamente posibles (los puntos numerados), anotando en el respectivo registro respectivo (Apéndice 2).
- A.3.7. Se tomará una medición integrando por un tiempo de 30 segundos, ésto para cada punto, configurando el equipo en un tiempo de respuesta lento y escala de ponderación "A".

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 11 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.3.8. Se debe registrar toda condición o evento que se presente durante la realización de las mediciones.
- A.3.9. Tras haber tomado mediciones en los designados, se seleccionará aquel que presente mayor nivel de presión sonora (punto crítico).
- A.3.10. Las mediciones se realizaran en una única ocasión.
- A.3.11. Se realizará un barrido de frecuencias en el punto crítico, configurando el equipo en respuesta rápido y escala de ponderación lineal.
- A.3.12. Se integrará durante 1 minuto, obteniendo finalmente el nivel de presión sonoro por frecuencias.
- A.3.13. Todas las mediciones deben ser anotadas en los registros elaborados para este fin (Apéndice 2).
- A.3.14. Se identificarán las frecuencias dominantes para cada una de las fuentes sonoras evaluadas.
- A.3.15. En el documento de Excel “Registro de evaluación de ruido” se anotarán los datos en la hoja de cálculo “Análisis de fuente”, esto para el año correspondiente de la medición.
- A.3.16. En la hoja de cálculo “Análisis de fuente” se elaborará un gráfico del barrido de frecuencias para cada fuente sonora, con el fin de identificar las frecuencias dominantes para cada máquina.
- A.3.17. Se realizará una comparación de los niveles de presión sonora de las diferentes frecuencias para cada uno de las fuentes sonoras.
- A.3.18. Se compararán los datos de las últimas dos mediciones realizadas y se procederá a realizar un análisis que permita identificar los factores que se relacionen con las variaciones en los niveles de presión sonora (tales como tipo de producto, cambios en máquinas o procesos, entre otros).
- A.3.19. La realización de la evaluación puntual de fuente serán con el objetivo de proponer controles ingenieriles sobre los sectores de máquinas que presentes elevados niveles de presión sonora.
- A.3.20. El departamento de SySO debe elaborar un informe el cual incluya los aspectos mencionados anteriormente, de modo que se le presente a la gerencia la

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:12 de 14
Fecha: 3/12/2015			

comparación de los datos de las últimas mediciones, así como su análisis y mejoras a implementar para la reducción de ruido.

A.4. Procedimiento de evaluación personal de la exposición a ruido

- A.4.1. Previo a realizar las evaluaciones es necesario identificar los sectores más críticos por medio de las evaluaciones ambientales de ruido.
- A.4.2. Las evaluaciones se deben realizar durante la producción de aceros de mayor grosor (varilla 8 y 9), angulares, y aquellas que los trabajadores durante sus labores las perciban como muy ruidosas.
- A.4.3. Para determinar el número de trabajadores a evaluar, se seleccionará un número de muestra, realizando la evaluación a personal de evacuación, laminación y el horno, en una proporción de 50%, 30% y 20% respectivamente.

Para el cálculo de muestra se utilizará la siguiente formula:

$$n = \frac{Z\alpha^2 Npq}{i^2(N - 1) + Z\alpha^2 Npq}$$

Siendo:

z_{α} : para un nivel de confianza del 95%, se utilizó el coeficiente $z = 1.96$; N: número de trabajadores en el área bajo estudio; p: 0.05, q (1-p): 0.95, i: error recomendado del 10%, n: trabajadores a evaluar

- A.4.4. Se debe calibrar el equipo acorde a lo recomendado por el fabricante, configurándolo este con escala de ponderación “A”, velocidad de respuesta lento, y ajustarlo bajo el criterio 85 base 3.
- A.4.5. Antes de colocar el audio dosímetro se le debe informar al trabajador sobre el propósito de la evaluación, los motivos por los cuales se realiza y los cuidados que debe tener con el equipo.
- A.4.6. Se colocará el equipo al trabajador, posicionando el micrófono cerca del oído, donde el cable del equipo debe ir ubicado en la espalda del trabajador, sujetándolo con prensas y cinta adhesiva para evitar cual interferencia en las tareas del trabajador.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:13 de 14
Fecha: 3/12/2015			

- A.4.7. Una vez colocado el equipo se debe seleccionar la opción % de Dosis y presionar el botón “run” para dar inicio a la medición, anotando la hora de inicio de la medición en la bitácora de muestreo (Apéndice 3).
- A.4.8. Revisar el estado de las baterías y del dosímetro cada hora.
- A.4.9. Se debe anotar en el registro diseñado para este fin (Apéndice 3) cualquier evento que se presente durante la medición que puede interferir con el nivel de presión sonora registrado, anotando también las tareas realizadas por el trabajador así como las condiciones bajo las cuales se realiza la medición como el tipo de producto y tiempo de producción, entre otros.
- A.4.10. La evaluación debe durar al menos el 75 % de la jornada de trabajo.
- A.4.11. Se debe realizar seis mediciones por cada uno de los puestos a evaluar.
- A.4.12. Una vez concluida la evaluación se deberá detener el funcionamiento del instrumento y se registrarán en la bitácora de muestreo los valores correspondientes a: tiempo final de medición, % de dosis, y la presencia de algún evento acústico importante (ruido que supere los 115 o 140 dB(A)).
- A.4.13. En el documento de Excel “Registro de evaluación de ruido” se anotaran en la hoja de cálculo “Audiodosimetrías” los datos correspondientes a las evaluaciones personales para el año en que se llevó a cabo la evaluación.
- A.4.14. En la hoja de cálculo “Audodosimetrías” se determinará el NSCE a partir del % de dosis obtenido en la medición con el audiodosímetro que no ofrezca este dato, se utilizará la siguiente ecuación:

$$NSCE = 85 + 9,97 \text{Log} \left(\frac{\%Dosis}{12,5 * t} \right)$$

Donde:

NSCE: Nivel Sonoro Continuo Equivalente, % Dosis: porcentaje de dosis obtenido al finalizar una jornada laboral y t: tiempo, para una jornada laboral de 8 horas

- A.4.15. Una vez se haya calculado el NSCE se procederá a determinar los tiempos máximos de exposición permitidos para los trabajadores a partir de la siguiente

ecuación:
$$Tmax \left(\frac{h}{día} \right) = \frac{8}{2^{(NSCE-85)/3}}$$

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -01
	Procedimiento de monitoreo de la exposición		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página:14 de 14
Fecha: 3/12/2015			

Dónde: NSCE: Nivel Sonoro Continuo Equivalente

- A.4.16. Se compararan los datos de las dos últimas evaluaciones realizadas por medio de un gráfico de dispersión, identificando aquellos puestos de trabajo que presenten una variación en el NSCE.
- A.4.17. Se analizaran los resultados obtenidos a fin de determinar los factores que intervienen en la variación del NSCE (tipo de producto desarrollado, cambios en máquinas o procesos, entre otros).
- A.4.18. Si los NSCE son mayores a las mediciones anteriores se deberán proponer medidas de control para la reducción de ruido de acuerdo a los factores identificados en el análisis previo.
- A.1.19. El departamento de SySO debe elaborar un informe el cual incluya los aspectos mencionados anteriormente.

III. Propuestas ingenieriles de control de ruido

Propósito

Prevenir los posibles casos de pérdida en la capacidad auditiva de los trabajadores producto de la exposición a ruido ocupacional, esto a través de la reducción de los niveles de presión sonora generados por las máquinas y procesos del lugar de trabajo, por medio de la implementación de controles factibles, además de la educación al personal del área sobre aspectos de exposición a ruido.

Alcance

Ofrecer alternativas ingenieriles y administrativas de reducción de ruido, que sirvan como referencia para la implementación de posibles controles sobre las máquinas del proceso de producción de aceros largos.

Meta

- Implementar medidas de control que permitan la reducir la exposición ocupacional a ruido a niveles inferiores a los 85 dB (A) establecida por la legislación nacional para jornadas laborales de 8 horas.

Indicador

- Niveles de presión sonora dB (A)

Responsables

- El departamento de SySO será el responsable de la aplicación y evaluación de los controles administrativos e ingenieriles.
- El departamento de SySO deberá coordinar con el departamento de mantenimiento sobre la aplicación del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a las máquinas.
- El departamento de mantenimiento será el responsable de la elaboración de los controles ingenieriles, en caso de que una empresa contratista sea la que elabore este control el departamento de mantenimiento deberá supervisar las labores y verificar que estas se ejecuten correctamente.
- El gerente de producción debe facilitar el tiempo en la detención de la producción que sea necesario para la implementación de los controles ingenieriles.

- En el caso de que el trabajo se realice por parte de una empresa contratista, el Gerente de recursos humanos debe verificar que el personal esté debidamente calificado.

A. Controles ingenieriles

1. Aplicación de alternativa de solución de control de ruido sobre los rodillos de las máquinas de enderezado y corte en frío.

Características de diseño:

Como medida de intervención para el control de ruido se propone revestir los rodillos ubicados en el sector de la máquina TI-4, los cuales tiene la función de transportar los aceros largos desde la mesa de enfriamiento de evacuación hasta la mesa previo a las máquinas atadoras, pasando por las máquinas de enderezado y corte en frío. Por medio de la implementación de estos recubrimientos sobre los rodamientos se disminuirá el impacto generado por el contacto violento de los aceros con estos elementos, siendo esta característica del proceso la que más ruido genera en el área.

Se implementara la colocación de rodillos revestidos con un material de filamentos de alambre de acero metálico de alta calidad (Apéndice 13), el cual es capaz de soportar temperaturas de trabajo de hasta 500°C, ya que el producto terminado pasa por estos rodillos a una temperatura de hasta 200°C, Con el revestimiento de los rodamientos se busca amortiguar el impacto de éstos con los aceros producidos, permitiendo la reducción de los niveles de presión sonora.

Esta medida permite reducir el ruido asociado al transporte del producto a través de los rodillos hasta en un 20%, ofreciendo un transporte más cuidadoso, además de garantizar una mayor durabilidad de los rodillos junto con una reducción de los costos de mantenimiento asociados a este proceso.

El material para revestir los rodillos debe contar con una dimensión de un metro de ancho y una diámetro de 47 centímetros, lo cual permitirá que este cubra toda la circunferencia el rodillo siendo este revestimiento soldado para su colocación, el revestimiento se colocará a una totalidad de 30 rodillos. Se deberán realizar inspecciones visuales para garantizar que no presenten desgaste o algún otro problema, donde de ser así se deberá informar al personal de mantenimiento para su intervención.

Para determinar los niveles de presión sonora reducidos a través de la implementación de este control se debe realizar el siguiente método de verificación que permita determinar los niveles de presión sonora previos a la colocación de las cubiertas a los rodillos y posterior a la colocación de los mismos.

El siguiente método de verificación se debe realizar previo y posterior a la implementación de los revestimientos sobre los rodillos, el mismo se muestra a continuación.

Método de verificación

- Durante el transporte del material a través de la línea de rodillos se encuentran otras máquinas en funcionamiento simultáneo, como lo son la enderezadora y corte en frío, por lo tanto para la evaluación del ruido se dividirá dicha banda de transporte con rodillos en 3 secciones con dimensiones máximas de 10 metros, de manera que se contemple la línea de rodillos desde la mesa de enfriamiento de evacuación hasta la mesa previo a las atadoras.
- Para cada uno de los secciones se realizará un análisis puntual de fuente, esta evaluación de ser posible debe realizarse cuando se encuentre únicamente esta sección de máquinas del área de evacuación transportando el producto terminado, de no ser posible esta condición se deberán realizar las mediciones del análisis de fuente cuando todas las máquinas incluyendo la de interés se encuentren en funcionamiento, realizando nuevamente las mediciones con todas las máquinas en funcionamiento a excepción de las fuente de interés de manera permitiendo determinar el ruido de fondo.

A partir de los datos anteriores se calcula el ruido emitido por la fuente de ruido haciendo uso de la siguiente formula:

$$NPA_{Aresta} = 10 \log \left(10^{\frac{NPA_{total}}{10}} - 10^{\frac{NPA_{fondo}}{10}} \right)$$

- Inicialmente se trazaran tres círculos ubicados a 1, 2 y 3 metros de la fuente, trazando una línea horizontal, vertical y 2 líneas cruzadas a través de los tres círculos, creando en su intersección con estos 24 puntos, los cuales serán numerados, tal y como se muestra en la figura 2 la cual se refiere al croquis de araña.
- Se procederá a medir en los puntos designados, para el cual el equipo a utilizar será un sonómetro con filtro de bandas de octava, el mismo debe ser previamente calibrado a 114 dB(A).
- Se tomara una medición integrando por un tiempo de 30 segundos, esto para cada punto, configurando el equipo en un tiempo de respuesta lento y escala de ponderación "A".
- Se debe registrar toda condición o evento que se presente durante la realización de las mediciones.

- Tras haber tomado mediciones en los 24 puntos, se seleccionará aquel que presente mayor nivel de presión sonora (punto crítico)
- Se realizará un barrido de frecuencias en el punto crítico, configurando el equipo en respuesta rápido y escala de ponderación lineal.
- Se integrará durante 1 minuto, obteniendo finalmente el nivel de presión sonora por frecuencias.
- Todas las mediciones deben ser anotadas en los registros elaborados para este fin (Apéndice 2).
- Se identificarán las frecuencias dominantes para cada una de las fuentes sonoras evaluadas.
- Finalmente los datos obtenidos de las evaluaciones previo y posterior a la implementación de la medida de control deberán ser comparados a fin de determinar la reducción de los niveles de presión sonora obtenidos, para esto se deben comparar los 24 puntos de medición y las mediciones por frecuencias realizadas en el punto crítico.
- Se debe utilizar la siguiente ecuación a fin de determinar la diferencia de niveles de presión sonoros.

$$NPA_{resta} = 10 \log \left(10^{\frac{NPA_{total}}{10}} - 10^{\frac{NPA_{fondo}}{10}} \right)$$

- Las mediciones pre y post control se deben realizar bajo las mismas condiciones, por ejemplo el tipo de producto, lo cual permite reducir el sesgo de la medición.

2. Aplicación de alternativa de control de ruido sobre la válvula de freno de la máquina de corte en frío

Características de diseño:

Como medida de intervención para el control de ruido se propone la realización de un encerramiento a la válvula de freno de la máquina de corte en frío ubicada en el sector de evacuación, para dicho fin se desarrollará una carcasa que permita cubrir las secciones faltantes, esto se debe a que la válvula se encuentra ubicada a un costado de la máquina.

La válvula tiene la función de frenado de la máquina de corte en frío, al activarse esta genera un ruido de impacto considerable, es por tal motivo que se propone la realización de un encerramiento parcial, debido a que la válvula necesita el aire para su funcionamiento no se utilizará ningún material para cubrir la parte superior del encerramiento de modo que esto permita el ingreso de aire hacia la válvula. Mientras que la estructura del encerramiento se encontrara a una distancia de aproximadamente 30 cm de la válvula.

Especificación del material:

Tabla 3. Características de la lámina de acrílico de ½ pulgada

Material	Características	
Lámina de acrílico de ½ pulgada	<ul style="list-style-type: none"> • Inodoro • Sin color específico • Robusto y moldeable • Resistente a la rotura • Superficie completamente lisa • Alta resistencia a los agentes atmosféricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aislante de calor y ruido • Inflamabilidad ligera • Reciclable al 100% • Ligero • Termo moldeable

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos requeridos para determinar la constante del local (R) así como para determinar los coeficientes de absorción y área del local se muestra en el apéndice 7, mientras que los del encerramiento se encuentran en el apéndice 8, en este control se utilizó como referencia para los niveles de presión sonora esperados la curva de valoración NC-70. Seguidamente se pueden apreciar los valores requeridos para determinar el aislamiento brindado por el encerramiento.

Tabla 4. Calculo de los valores para el aislamiento requerido por el encerramiento de la válvula de freno

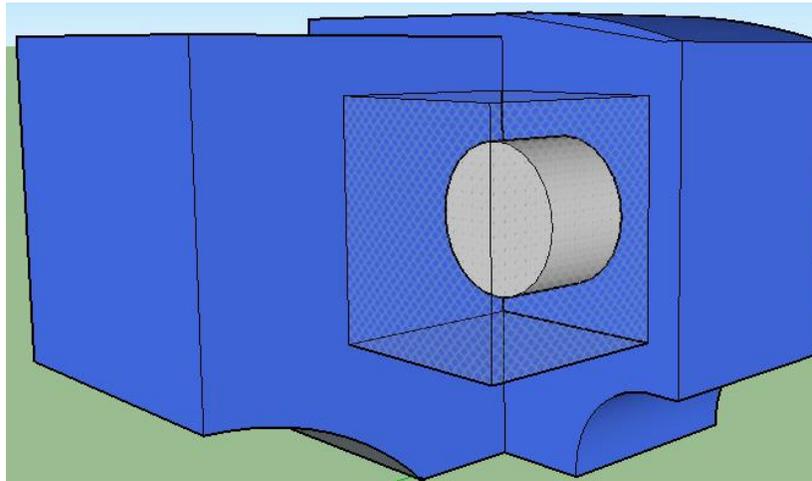
Valores	Frecuencia					
	125	250	500	1000	2000	4000
Lp	85,6	88,2	89,6	90,4	92,2	94,1
Lw	98,92	101,52	103,08	103,88	105,68	107,68
Lp interno	102,63	107,09	108,99	109,96	111,76	113,94
NC-70	80	76	72	70	69	68
NR	27,63	36,09	41,99	44,96	47,76	50,94
TL req	21,76	30,22	36,08	39,06	41,86	45,01
TL req con ranuras	35,01	51,77	63,47	69,42	75,02	81,33
Aislamiento del material						
Acrílico de 1/2	20	24	27	30	29	35
acrílico doble de 1/2 pulgada con 1 cm de separación	40,07	48,13	54,19	60,25	58,31	70,37
acrílico triple de 1/2 pulgada con 1 cm de separación entre cada lamina	60,14	72,36	81,38	90,5	87,62	105,74

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que los TL requeridos por el encerramiento considerando con ranuras son mayores que los que posee el material propuesto, por este motivo se optó por implementar la colocación de tres paredes con una separación de 1 centímetro entre las láminas de acrílico, obteniendo valores de TL mayores a los TL requeridos por el encerramiento propiciando una menor transmisión de ruido y la efectividad de la medida propuesta.

La representación del diseño de la propuesta se presenta en la siguiente figura, donde se puede apreciar que el mismo tiene forma cubica, con la parte superior del encerramiento queda libre de cualquier material con el fin del ingreso de aire a la válvula.

Figura 4. Alternativa de encerramiento para la válvula de freno de la TI- 4



Fuente: Elaboración propia

El diseño propuesto contará con una dimensión (1 x 0. 85 x 0. 85) metros tomando como referencia la lámina de acrílico que se encuentre a lo interna, por lo tanto las otras laminas aumentaran sus dimensiones proporcionalmente, donde en la parte superior del encerramiento no se colocará ningún material absorbente. Es importante tomar en cuenta para el diseño del encerramiento la colocación de juntas amortiguadores en las uniones de la pared del encerramiento de manera que no se generen ruidos por la vibración de estos elementos.

Además como material alternativo para el diseño del encerramiento se cuenta con la lámina de yeso el cual brinda las siguientes condiciones de aislación de ruido:

Tabla 5. Valores de TL por frecuencia del material alternativo para el encerramiento

Valores	TL Frecuencia Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
TL req	20,04	29,45	35,42	38,38	41,52	44,94
TL req con ranuras	30,66	43,25	54,63	59,96	65,68	72,18
TL del material: doble placa de yeso son fibra de vidrio más aire	34	47	56	61	59	57

Fuente: Elaboración propia

3. Aplicación de alternativa de control de ruido sobre el ventilador de combustión del horno

El ventilador de combustión del horno emite niveles de presión sonora que superan los 85 dB(A), éste se ubica adyacente al horno y es una de las principales fuentes del ruido de este sector, como medida de intervención para el control de ruido emitido por esta fuente se propuso colocar material aislación acústica en las cavidades con las que cuenta la máquina.

El ventilador de combustión cuenta con un total de 7 cavidades, donde 5 cuentan con dimensiones de 1,7 m de ancho, 1,42 m de profundidad y 10 cm de espesor, mientras que los dos cavidades faltantes cuentan con un la mismas dimensiones de ancho y profundidad pero con un espesor de 5 cm. El material aislante propuesto para colocar en estas cavidades es lana de fibra de vidrio con un espeso de 50 mm, seguidamente se presentan las características de este material.

Tabla 6. Características de la lana de fibra de vidrio

Material	Características
Lana de fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none">• Liviano• Resistente• Propiedades térmicas• Fono absorbentes y acústicas• Suave y flexible• Fácil manipulación• No absorbe humedad• No promueve el desarrollo de microorganismos• Inodoro, inerte no corrosivo

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se pueden apreciar los cálculos requeridos para determinar el aislamiento por frecuencia ofrecido por la lana de vidrio, así como los niveles de ruido resultantes tras la aplicación de esta en el ventilador de combustión.

Tabla 7. Valores de aislamiento brindado por la lana de vidrio para el ventilador de combustión

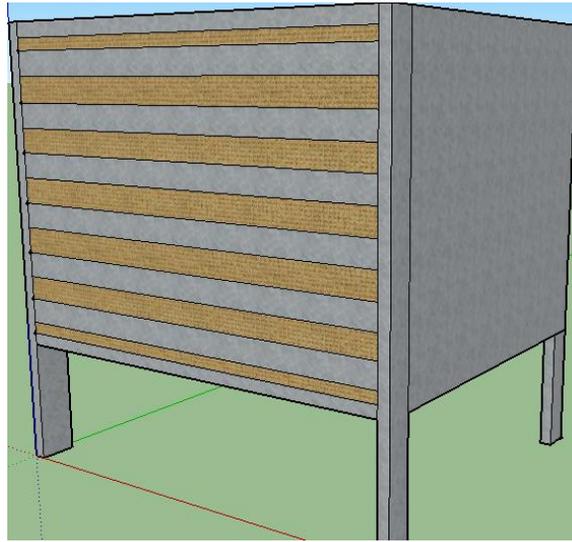
Valores	Frecuencia						Suma logarítmica dB(A)
	250	500	1000	2000	4000	8000	
f/fc	0,39	0,79	1,58	3,16	6,32	12,63	
a(f)-a(fc)	-12	-7	-18	-8	4	12	
a(fc) dB	45	45	45	45	45	45	
a(f) dB	33	38	27	37	49	57	57,74
NPS del ventilador de combustión (dB)	93,3	97,3	96,4	91,8	88,8	83,3	101,57
Reducción (dB)	60,3	59,3	69,4	54,8	39,8	26,3	43,83

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior el aislamiento ofrecido por la lana de vidrio permite reducir los niveles de presión sonora emitidos por el ventilador de combustión para cada frecuencia hasta niveles inferiores a los 70 dB, siendo la frecuencia de 1000 Hz la que presenta la menor atenuación resultando en un nivel de presión sonora de 69,4 dB, mientras que en general la implementación de la lana de vidrio permite reducir el ruido hasta los 43,83 dB(A).

La representación del diseño de la propuesta se presenta en la siguiente figura, donde se puede apreciar la fuente a intervenir así como sus cavidades en las cuales se colocará en material absorbente.

Figura 5. Alternativa de aislamiento para el ventilador de combustión



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura la lana de vidrio se colocará en las cavidades con las que cuenta la máquina de forma que abarque toda el área de las mismas. Además aunque se propone como primera opción de material aislante la lana de vidrio, se tiene como segunda opción la lana mineral de roca, la cual presenta los siguientes valores de aislamiento para el ventilador de combustión:

Tabla 8. Valores de aislamiento por frecuencia de la lana mineral de roca para el ventilador de combustión

Valores	Frecuencia (Hz)					
	250	500	1000	2000	4000	8000
a(f) dB	35	40	31	43	53	61
NPS dB	93,3	97,3	96,4	91,8	88,8	83,3
Reducción dB	58,3	57,3	65,4	48,8	35,8	22,3

Fuente: Elaboración propia

B. Costos implicados para las alternativas de control propuestas

Para determinar los costos implicados en la implementación de las propuestas de control de ruido se presenta la siguiente guía, los mismos también se pueden apreciar en el Apéndice 14.

Tabla 9. Costos implicados al uso de los materiales y mano de obra para las propuestas de control de ruido.

Costos de la propuesta de control			
Encerramiento de la válvula de la TI-4			
Tipo	Costo (colones)	Cantidad requerida	Total (colones)
Láminas de acrílico	60 000	9	540 000
Perfiles de aluminio	14 000	12	168 000
Mano de obra	200 000	-	200 000
Costo total			908 000
Aislamiento del ventilador de combustión			
Tipo	Costo (colones)	Cantidad requerida	Total
Lana de fibra de vidrio	88 890	2	177 780
Mano de obra	100 000	-	100 000
Costo total			277 780
Rodillos con cubierta de fibra de acero			
Tipo	Costo (colones)	Cantidad requerida	Total
Rodillo con cubierta de fibra de acero	50 000	30	1 800 000

Fuente: Elaboración propia

IV. Capacitación del personal

Propósito

Informar y promover entre los trabajadores la comprensión de la naturaleza de los efectos del ruido sobre la salud, los métodos de protección contra la exposición a ruido, así como también las buenas prácticas en el uso del equipo de protección auditivo. A su vez permite asegurar un mayor cumplimiento de las políticas de la empresa.

Alcance

Brindar la capacitación a todo el personal del área de proceso de laminado, así como también a los trabajadores que deban de ingresar a esta área, beneficiando a todo el personal en la adquisición de nuevos conocimientos, de tal modo que permitan crear conciencia y apoyen los controles implementados.

Meta

- Los trabajadores conozcan y dominen como mínimo un 70% de los temas de capacitación brindados.

Indicador

- Informar al 100% de los trabajadores

Responsables

- El departamento de SySO deberá coordinar con el Gerente de recursos humanos la contratación de personal calificado para brindar las capacitaciones.
- El departamento de SySO deberá verificar que toda la información ofrecida en las capacitaciones deberá estar actualizada de acuerdo con evaluaciones mantenidas en los registros e investigaciones recientes del tema, donde la información no sea mayor a 5 años atrás.
- El departamento de SySO deberá coordinar con el gerente de producción el día para la realización de las capacitaciones, dividiendo a la totalidad de los trabajadores en grupos, a los cuales se les asignarán un horario específico para asistir a las capacitaciones. A su vez se le debe informar a cada trabajador sobre los días y horas en las cuales debe asistir a las capacitaciones.

- La persona contratada para brindar las capacitaciones deberá complementar sus capacitaciones con folletos y presentaciones de videos que permitan el mayor entendimiento de los conocimientos dados.
- El Gerente de producción deberá facilitar a los trabajadores el tiempo necesario para asistir a las capacitaciones y su evaluación.
- Los trabajadores deben asistir a todas las capacitaciones programadas, en los días y horarios asignados.
- Todos los trabajadores deben firmar una lista de asistencia al finalizar la capacitación, donde ninguno puede dejar la sala sin haber firmado dicha asistencia.
- El trabajador tiene como deber el preguntar las veces que sea necesaria las explicaciones adecuadas de la información que está recibiendo, para poder interpretarla adecuadamente.
- Los trabajadores deben disponer de su tiempo para la realización de la prueba de evaluación de los conocimientos adquiridos de las capacitaciones.

A. Contenidos de las capacitaciones

Las capacitaciones son un aspecto fundamental en materia de prevención, las cuales permiten brindar información a los trabajadores del área de proceso de laminación sobre aspectos relacionados con la exposición ocupacional a ruido, con el fin de crear conciencia en materia de seguridad.

Los objetivos de las capacitaciones son:

- Colaborar con la prevención de la pérdida de la capacidad auditiva creando conciencia en materia de seguridad a través de la información de los riesgos a la salud asociados a la exposición a ruido.
- Promover las prácticas y métodos enfocados en la reducción de la exposición a ruido
- Promover el enfoque para la gestión adecuada de las exposiciones a niveles de presión sonora elevados.

A continuación se presentan los temas a ser tratados en las capacitaciones:

Tabla 10. Requerimientos generales de ruido para la capacitación

Tema: Aspectos generales de ruido

Contenidos	Población a capacitar	Recursos	Duración
<p><i>Propósito y alcance del plan de capacitación</i></p> <p><i>Objetivos y responsabilidades de las capacitaciones</i></p> <p><i>Conceptos básico del ruido:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Definición</i> • <i>Tipos de ruido</i> • <i>Comportamiento</i> • <i>El reglamento Legislativo</i> • <i>Formas de exponerse</i> <p><i>Fuentes de ruido peligrosas en el área</i></p> <p><i>Niveles de ruido existente en el área</i></p> <p><i>Importancia de la prevención auditiva</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los trabajadores • Supervisores 	<ul style="list-style-type: none"> • Sala de capacitaciones • Computadora • Video Beam • Pantalla para proyectar • Presentación • Registro de asistencia 	1,5 horas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. La audición y su relación con la exposición a ruido

Tema: La audición y su relación con la exposición a ruido

Tema	Grupo a capacitar	Recursos	Duración
<p><i>Efectos del ruido sobre la audición</i></p> <p><i>Efectos del ruido sobre la salud</i></p> <p><i>Factores que influyen en los efectos del ruido sobre la salud</i></p> <p><i>Cuidados del oído</i></p> <p><i>Patologías auditivas</i></p> <p><i>Formas de exponerse a ruido</i></p> <p><i>Fuentes de ruido peligrosas</i></p> <p><i>Problemas laborales relacionados con la exposición a ruido</i></p> <p><i>Consecuencias de la pérdida auditiva en la vida cotidiana</i></p> <p><i>Importancia de la prevención auditiva</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los trabajadores • Supervisores • Personal administrativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Video Beam • Presentación • Sala de capacitaciones • Registro de asistencia • Impresiones con información de los temas 	2 horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Criterios de protección para la exposición a ruido en el trabajo

Tema: Medidas de intervención para el control de ruido

Contenidos	Población a capacitar	Recursos	Duración
<p><i>Criterios de trabajo seguro relacionados con los límites de exposición</i></p> <p><i>Las posibles medidas de prevención y control de ruido</i></p> <p><i>Audiometrías:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Definición</i> • <i>Propósito</i> • <i>Objetivos</i> <p><i>Equipo de protección auditiva (EPA):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Uso correcto</i> • <i>Tipo de EPA</i> • <i>Mantenimiento correcto</i> • <i>Sustitución</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los trabajadores • Supervisores • Personal Administrativo • Gerencia de planta 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Video Beam • Presentación con diapositivas • Sala de capacitaciones • Registro de asistencia • Impresiones 	2 horas

Fuente: Elaboración propia

Las capacitaciones serán realizadas con una frecuencia anual, donde se llevará a cabo un tema de capacitación por trimestre en el orden respectivo, ofreciendo 3 capacitaciones en total para abarcar la totalidad de la población, en las cuales se llevará un control de asistencia de los trabajadores a las capacitaciones (Apéndice 4).

Para el caso de los trabajadores de nuevo ingreso se les debe brindar una inducción que contemple contenidos como: generalidades de ruido, efectos a la salud ocasionados por la exposición a ruido, uso correcto del EPA y cuidados con éste equipo; la inducción será realizada por el departamento de Seguridad y Salud ocupacional, la persona que realice la inducción deberá disponer de una hora para informar al trabajador sobre los temas antes mencionados.

Se deben incluir en las actividades de la semana de la salud y seguridad charlas que incluyan temas sobre generalidades del ruido, riesgos y consecuencias a la salud ocasionados por la exposición a ruidos elevados, uso correcto del EPP y exámenes médicos auditivos (audiometrías).

B. Evaluación del rendimiento de las capacitaciones

- Posterior a la realización de las capacitaciones se aplicaran a los trabajadores durante la ejecución de sus labores diarias una evaluación sobre los contenidos de capacitación esto para cada una de las capacitaciones (Apéndice 5), de modo que

permita determinar el porcentaje de conocimiento de los trabajadores sobre los temas vistos en las capacitaciones.

- Los contenidos de las capacitaciones deben ser revisados anualmente, para identificar aspectos que deban ser incorporados, así como temas que deben ser actualizados.
- Se evaluarán tanto las capacitaciones brindadas como las personas encargadas de su ejecución por parte de los trabajadores que asistieron a éstas, tomando en cuenta esta información para la mejora continua de estas actividades. Para dicho fin se utilizará la hoja de evaluación brindada en el apéndice 6.

C. Costos de impartir las capacitaciones

La realización de las capacitaciones conlleva un costo para la empresa asociado a la contratación del personal que las brinde, estos costos se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 13. Costos implicados con la realización de las capacitaciones

Temas de capacitación	Duración	Costo según INS (colones)	Cantidad	Monto por capacitación (Colones)
Aspectos generales de ruido	1,5	75 000	3	337 500
La audición y su relación con la exposición a ruido	2	75 000	3	450 000
Medidas de intervención para el control de ruido	2	75 000	4	600 000
Costo total				1 387 500

Fuente: Elaboración propia

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 1 de 7
Fecha: 3/12/2015			

V. Equipo de protección auditiva (EPA)

Propósito

Brindar procedimientos técnicos para la selección del equipo de protección auditiva, y su seguimiento.

Alcance

Se aplicará a todo el personal del área de proceso de producción de aceros largos y a toda persona que deba ingresar a esta área, junto con el personal a cargo de la selección y compra del equipo.

Metas

- Seleccionar el equipo de protección auditiva que ofrezca una reducción de los niveles de presión sonora recibidos por los trabajadores hasta niveles inferiores a los 80 dB(A).

Indicador

- Atenuación brindada dB(A)

Responsables

- La gerencia general deberá proveer los recursos necesarios para la adquisición del equipo de protección auditivo.
- El departamento de SySO deberá evaluar los puestos de trabajo y seleccionar el equipo de protección auditiva adecuado para cada puesto permitiendo el cumplimiento de los aspectos legales establecidos.
- El departamento de SySO deberá coordinar con el personal de compras la adquisición del equipo de protección auditivo.
- El departamento de SySO en conjunto con los supervisores de cada área serán los responsables de velar por que los trabajadores utilicen adecuadamente los

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 2 de 7
Fecha: 3/12/2015			

equipos de protección auditiva en las áreas identificadas con niveles elevados de presión sonora.

- El Departamento de aprovisionamiento deberá almacenar el equipo de protección auditiva y proveer a los trabajadores del mismo en función de los registros establecidos para la solicitud y cambio del equipo.
- El departamento de SySO en conjunto con el médico de empresa deberán realizar evaluaciones del equipo de protección auditiva para verificar que estos no generaran molestias al personal que los utilicen.
- Toda persona que ingrese al área de proceso de laminados debe utilizar el equipo de protección brindado por la empresa.
- Todos los trabajadores deben hacer uso correcto del equipo de protección brindado por la empresa, además de la ejecución del proceso de mantenimiento y remplazo de éstos.

B.1. Especificaciones para la selección del equipo de protección auditiva

- B.1.1. Se deben considerar los resultados de las evaluaciones por frecuencia para los puestos de trabajo de los sectores de evacuación, laminación y horno, con el fin de determinar la atenuación que debe ofrecer el equipo de protección auditivo de acuerdo a los niveles sonoros registrados por frecuencia.
- B.1.2. Se debe verificar que el equipo de protección auditiva a seleccionar cuente con la homologación y certificación de organismos como ANSI (American National Standards Institute) y OSHA.
- B.1.3. El EPA seleccionado debe poder reducir los niveles de presión sonora a nivel del oído del trabajador por debajo del límite de acción de 80 dB(A), de modo que se reduzcan los niveles de presión sonora por debajo de los 85 dB(A) establecidos por la legislación nacional.
- B.1.4. Se debe realizar una inspección con los trabajadores sobre el uso de éstos equipos y el confort ofrecido por los mismos, de manera que se seleccione aquel

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 3 de 7
Fecha: 3/12/2015			

que ofrezca un mejor ajuste y facilidad de colocación en el caso de los tapones auditivos, ajuste y presión de la diadema en el caso de las orejeras para determinar cuál es el EPA más adecuado.

- B.1.5. Se debe solicitar la ficha técnica al proveedor con el fin de verificar que el EPA no afectará la salud de los trabajadores ocasionando alergias o irritaciones, además de determinar si su diseño es compatible con las características de las actividades realizadas y no repercutirán en la salud de los trabajadores como infecciones de oído u otras afectaciones.
- B.1.6. Para la selección del EPA es importante realizar una evaluación de su eficiencia para lo cual es necesario considerar los niveles de presión sonora por frecuencias percibidos por el trabajador, junto con otras evaluaciones, como el NSCE diario percibido. Dicha evaluación de la eficiencia del EPA se puede hacer mediante el uso del método propuesto por OSHA, el cual se muestra a continuación:

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Pública	Página: 4 de 7
Fecha: 3/12/2015			

Tabla 14. Evaluación del equipo de protección auditiva por el método OSHA

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	12	25	50	1	2	4	8	
	5	0	0	K	K	K	K	
I- Nivel Presión Acústica dB								
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+	+	-1	
					1	1		
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)								Suma logarítmica
IV- Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB								
V- Desviación estándar (x 2)								
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB (I-IV más V)								
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+	+	-1	
					1	1		
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)								Suma logarítmica
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	SumaIII-SumaVIII

Fuente: OSHA

- B.1.7. Los datos obtenidos del análisis por frecuencia a nivel del oído del trabajador se ingresan en la tabla, permitiendo determinar el nivel de presión sonora percibida por el trabajador sin el uso de protección auditiva y el nivel de ruido percibido con el uso de este, permitiendo obtener finalmente la reducción alcanzada.

Para el cálculo de la suma logarítmica se utilizará la siguiente ecuación:

$$L_{ptotal} = 10 \log \left[\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right]$$

Dónde: L_i : nivel de presión sonora

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 5 de 7
Fecha: 3/12/2015			

- B.1.8. En el caso de que no se cuente con la atenuación por frecuencia se utilizará el método del índice de reducción de ruido (NRR) para el cálculo de la atenuación brindada por el EPA, para dicho cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$FA = \frac{NRR - 7}{2}$$

- B.1.9. El NRR es un valor de atenuación que brinda el fabricante y corresponde a la reducción de ruido calculada para un 50% de seguridad. En la ecuación anterior se divide entre dos para brindar un FA más preciso.
- B.1.10. En el caso de que el trabajador haga uso de tapones y orejeras al mismo tiempo se utilizará la siguiente ecuación para determinar la atenuación obtenida:

$$FA = \frac{NRR - 7}{2} + 5$$

- B.1.11. Para la selección del EPA se debe utilizar la guía de selección de EPA ubicada en el Apéndice 9.

B.2. Procedimiento de uso, mantenimiento y suministro

B.2.1. Uso

- B.2.1.a. El EPA deberá ser utilizado obligatoriamente durante la permanencia en el área de producción.
- B.2.1.b. Los trabajadores tendrán la libertad de escoger entre utilizar tapones auditivos u orejeras.
- B.2.1.c. Las personas ajenas a la empresa deberán utilizar tapones auditivos, los cuales le serán entregados previamente al ingreso a la planta.
- B.2.1.d. El trabajador no debe retirar la protección auditiva en ningún momento durante la exposición, con el fin de obtener los beneficios de su uso.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 6 de 7
Fecha: 3/12/2015			

B.2.2. Mantenimiento

- B.2.2.a. El EPA deberá lavarse y limpiarse regularmente durante el periodo de utilización.
- B.2.2.b. El trabajador deberá mantener los tapones auditivos limpios antes y durante el desarrollo de las tareas de manera que se evite el desarrollo de infecciones de oído.
- B.2.2.c. Cualquier malestar ocasionado por el EPA deberá ser informado al personal médico de la empresa y al departamento de SySO.
- B.2.2.d. Los tapones auditivos solo deben ser utilizados por una persona, por lo que no se deben prestar ni intercambiar.

B.2.3. Suministro

- B.2.3.a. El personal de bodega deberá almacenar el equipo de protección personal, y suministrar el equipo de protección auditiva al trabajador que lo requiera, llevando a cabo el control de la entrega de acuerdo al registro del apéndice 10.
- B.2.3.b El equipo de protección auditiva deberá cambiarse cada 6 meses. En caso de identificar daños en el equipo como desgaste o alteraciones deberá cambiarse inmediatamente, llenado el registro del apéndice 10.

B.3. Equipo de protección auditiva propuesto

Para el tipo de tareas que se realizan en el área del proceso productivo de ArcelorMittal y la necesidad de un equipo que proporcione una mayor atenuación de ruido se propone el uso de tapones EAR Ultrafit, los cuales están diseñados a partir de polímero libre de silicón, a continuación se muestra una tabla con la descripción de los tapones auditivos.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -03
	Equipo de protección auditivo		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 7 de 7
Fecha: 3/12/2015			

Tabla 15. Descripción del equipó de protección auditivo propuesto

Especificaciones	Tapones propuestos
Modelo	340-4004 EAR ultrafit con cordón plástico
Características	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño de triple pestaña que proporciona el sello ideal para cualquier tamaño de canal auditivo. -Lavable, promueve la higiene -Fabricado con polímero libre de silicón -Color claro que incrementa la higiene -Con cordón plástico
Normas que cumple	ANSI S3.19- 1974 y EN-352
NRR	25
Atenuación según OSHA para el sector de:	
Evacuación	29.4 dB(A)
Laminación	24.99 dB(A)
Horno	24.55 dB(A)
Costo por unidad	215 colones c/u
Cantidad requerida	95 (únicamente para el personal de planta)

Fuente: Elaboración propia

Debido a las características de las tareas que los trabajadores realizan deben manipular constantemente sustancias, equipo y maquinas provocando que mantengan sus manos sucias, con lo cual al manipular los tapones auditivos éstos se pueden ensuciar con más frecuencia, pero el diseño propuesto cuenta con un agarre que favorece su manipulación y reduzcala suciedad de la parte del tapón que ingrese en el canal auditivo.

Estos tapones proporcionan una atenuación adecuada para los sectores de evacuación, laminación y el horno, reduciendo los niveles de presión sonora que recibe el trabajador hasta valores que oscilan entre los 70 dB(A), siendo este inferior al límite de acción establecido de 80 dB(A), la evaluación realizada al equipo a través del método propuesto por OSHA se puede observar en el apéndice 11.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -04
	Vigilancia de la salud		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 1 de 6
Fecha: 3/12/2015			

VI. Vigilancia de la salud

Propósito

Establecer procedimientos adecuados para el diagnóstico y evaluación de los trabajadores que permitan identificar el deterioro en la capacidad auditiva ocasionada por la exposición ruido ocupacional, así como medidas a seguir de acuerdo a los resultados.

Alcance

Este procedimiento abarcará a todos los trabajadores del área de proceso de producción de aceros largos, o todo aquel trabajador que se encuentre expuesto a ruido iguales o superiores a 85 dB(A) para jornadas laboral de 8 horas.

Metas

- Llevar a cabo las pruebas audiométricas con una frecuencia anual a todos los trabajadores que se encuentren expuestos a niveles de presión sonora iguales o superiores a 85 dB(A).
- Llevar a cabo pruebas audiométricas a todo trabajador de nuevo al momento de su ingreso a trabajar con la empresa.

Indicador

- Frecuencia de realización de pruebas audiométricas

Responsables

- El médico de empresa debe coordinar con el departamento de SySO y la Gerencia de recursos humanos la contratación del personal idóneo para realizar las pruebas audiométricas.
- El medico de empresa deberá mantener los registros de todas las evaluaciones realizadas a los trabajadores.
- El departamento de SySO deberá informar a todo el personal sobre la realización de las pruebas audiométricas y la necesidad de asistir a estas.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -04
	Vigilancia de la salud		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 2 de 6
Fecha: 3/12/2015			

- El medico de empresa deberá revisar los resultados de las evaluaciones audiométricas realizadas para determinar los casos que requieran atención.
- El medico de empresa en conjunto con el departamento de SySO deben informar a las personas que presenten deterioro en su audición sobre los resultados obtenidos y las medidas a seguir.
- El medico de empresa deben informar a los trabajadores que se practicaron la audiometría sobre los resultados obtenidos en estas.
- La gerencia de producción debe facilitar a los trabajadores el tiempo que sea necesario para que estos puedan asistir a las evaluaciones.
- Los trabajadores deben cooperar en el proceso de las pruebas audiométricas y las instrucciones dadas durante la prueba.

C.1. Consideraciones generales

- C.1.1. Se debe verificar que el personal contratado para la realización de las pruebas está debidamente calificada.
- C.1.2. Se realizará un examen pre-empleo a todo personal de nuevo ingreso en el cual se evalúe su capacidad auditiva. Evaluando de acuerdo a los resultados obtenidos si la persona es apta para el trabajo o si debe ser reasignada.
- C.1.3. Se realizará una audiometría de forma semestral a todo el personal que se encuentre expuesto a niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A).
- C.1.4. Se realizará una audiometría de muestreo de forma anual a la totalidad de la población trabajadora que se encuentre expuesto a niveles de presión sonora menores a los 85 dB(A)
- C.1.5. Si se los resultados en las pruebas audiométricas muestran un desplazamiento de 25 dB en el umbral auditivo se deberá remitir a la persona afectado con un especialista para la realización de una audiometría clínica y de ser necesario a un especialista otorrinolaringólogo.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -04
	Vigilancia de la salud		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 3 de 6
Fecha: 3/12/2015			

- C.1.6. Se debe mantener un registro con las evaluaciones audiométricas que permitan establecer un parámetro de referencia para las evaluaciones posteriores.

C.2. Procedimientos

- C.2.1. Previo a las pruebas audiométricas se procederá a realizar una evaluación de otoscopia para identificar la presencia de cualquier cuerpo extraño o tapones de cerumen entre otros que puedan afectar la evaluación auditiva, en el caso de que no se pueda realizar dicha prueba se llevará a cabo una inspección visual. En el caso de que se encuentre alguna obstrucción se deberá remover y postergar la prueba audiométrica todo bajo la recomendación del especialista.
- C.2.2. Se debe efectuar al menos un reposo auditivo de al menos 12 horas y los trabajadores deben presentarse al menos 5 minutos antes de la prueba.
- C.2.3. Antes de realizar las pruebas audiométricas se deben realizar las siguientes acciones:
 - Se debe retirar todo accesorio de la cabeza, lentes ya audífonos.
 - Se debe retirar el cabello de entre los auriculares y el pabellón auricular.
 - El medico a cargo de la prueba deberá colocar los auriculares asegurando su sello apropiado y comfortable. Se debe informar a la persona a evaluar de no tocar los auriculares posteriores a su colocación.
 - Se le debe informar al trabajador de no realizar movimiento involuntarios durante la evaluación.
- C.2.4. El trabajador y el médico examinador no deben ser molestado durante la realización de la prueba y el trabajador debe estar ubicado de forma tal que no pueda observar los controles ni los cambios de encendido y apagado del audiómetro.
- C.2.5. El trabajador deberá descansar por al menos 1 minuto previo a la presentación de los tonos de prueba.
- C.2.6. Además se deben seguir las instrucciones que se detallan a continuación:
 - Indicar el modo de respuesta para cuando el sonido es escuchado

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -04
	Vigilancia de la salud		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 4 de 6
Fecha: 3/12/2015			

- Indicar el modo de respuesta para cuando ya no se escuche el sonido
- Indicar sobre la necesidad de responder lo más breve posible
- Indicar que los sonidos pueden ser muy débiles
- Indicar cual oído se va a evaluar primero
- Indicar sobre la posibilidad de interrumpir la prueba en el caso de que algún evento los desconcentra.

C.3. Pruebas

- C.3.1. Se deben determinar los umbrales de audición para cada frecuencia y oído
- C.3.2. Con base en la revisión de otoscopia realizado inicialmente se procederá a seleccionar el oído que presente mejor audición, si no es posible determinarlo de esta manera se evaluarán ambos oídos a una frecuencia de 1000 Hz, seleccionando aquel que presente menor umbral.
- C.3.3. Se evaluarán las frecuencias comprendidas entre los 125 y 8000 Hz para ambos oídos, iniciando por el seleccionado como el “mejor”, prosiguiendo con el oído contrario.
- C.3.4. Si la persona a evaluar nunca se ha realizado una prueba audiométrica se deberá realizar las siguientes acciones para la familiarización de la persona:
 - Presentar el tono de 1000 Hz para un nivel de audición que pueda ser perfectamente percibido.
 - Reducir el nivel del tono (en 20 dB) hasta que no se presente respuesta
 - Aumentar el nivel de tono (en 10 dB) hasta que se presente respuesta
 - Y por último se debe presentar el tono al mismo nivel inicial.

Nota: en caso de sordera profunda este método no es aplicable

- C.3.5. El médico de empresa deberá evaluar los resultados obtenidos de las audiometrías, categorizando como normal cuando el umbral de audición no supera los 25 dB para ninguna de las frecuencias evaluadas.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -04
	Vigilancia de la salud		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 5 de 6
Fecha: 3/12/2015			

- C.3.6. El médico deberá remitir un informe al departamento de Seguridad y Salud Ocupacional con los resultados del estado de la capacidad auditiva de los trabajadores, el mismo debe informar sobre si los trabajadores requieren ser reubicados, si se necesita mejorar las condiciones de trabajo, o si no existe ninguna alteración y por lo tanto no es necesario intervenir.

C.4. Registros del audiograma

- C.4.1. Se deberá contar con registros de las pruebas audiométricas realizadas, los mismos deberán conservarse como parte de los registros de historial médicos del trabajador.
- C.4.2. Los resultados audiométricas deben ser trazados para cada oído y frecuencia.
- C.4.3. Se debe elaborar un resumen ejecutivo sobre los resultados obtenidos de las pruebas, complementándolo con las recomendaciones pertinentes.
- C.4.4. Se deberá informar a todos los trabajadores sobre los resultados obtenidos de las pruebas audiométricas. En caso de que se presenten pérdidas auditivas se deberá informar a la dirección de la empresa, a su vez se le deberá informar al trabajador sobre el procedimiento a seguir.

C.5. Casos especiales

- C.5.1. En caso de que se identifique a personal con pérdida en su capacidad auditiva a través de la realización de la audiometría de muestreo, se les deberá remitir con personal especializado para la realización de una audiometría clínica, con el fin de verificar el estado de su audición.
- C.5.2. En el caso de que la audiometría clínica muestre como resultado la pérdida en la capacidad auditiva de la persona se procederá a remitir a la persona con un especialista otorrinolaringólogo.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -04
	Vigilancia de la salud		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 6 de 6
Fecha: 3/12/2015			

- C.5.3. El trabajador identificado con pérdida de su capacidad auditiva deberá ser reubicado en otra área de trabajo o a un nuevo puesto, en el cual no se encuentre expuesto a niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB(A).
- C.5.4. En caso de que no sea posible reubicar al trabajador se deberán asegurar las condiciones de trabajo, extremando medidas en su protección auditiva y máquinas.
- C.5.5. Las personas que han sido identificadas con alteración de su capacidad auditiva se le deberá brindar el debido seguimiento y control por medio del consultorio médico y la realización de pruebas audiométricas con una frecuencia de cada 6 meses, con el fin de prevenir que su condición empeore.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO -05
	Evaluación y seguimiento		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 1 de 5
Fecha: 3/12/2015			

VII. Evaluación y seguimiento

Propósito

Brindar procedimientos para valorar la eficiencia del programa de conservación auditiva, permitiendo establecer propuestas para la mejora continua de los procesos y del programa en general.

Alcance

La evaluación y mejora continua se aplicará a todos los aspectos y elementos del programa de conservación auditiva.

Responsables

- El departamento de SySO será el responsable de revisar y analizar los resultados obtenidos correspondientes a la aplicación del programa, determinando la eficiencia del mismo y planteando oportunidades de mejora.
- El departamento de SySO será el responsable de la elaboración del informe con los principales resultados obtenidos a través de las evaluaciones del programa.

D.1. Procedimiento

- D.1.1. Se procederá a comunicar a los departamentos y personas involucrados sobre los responsabilidades que recaen sobre ellos una vez se haya aprobado el programa y se inicie su implementación
- D.1.2. Todo documento correspondiente a evaluaciones u otros aspectos del programa deben ser integrados en los registros del programa, sin omitir ninguna información.
- D.1.3. El departamento de SySO debe velar por que las diferentes partes involucradas en la ejecución del programa cumplan con sus responsabilidades en la ejecución programa en el tiempo designado.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO-05
	Evaluación y seguimiento		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 2 de 5
Fecha: 3/12/2015			

- D.1.4. Se realizarán las evaluaciones de cada uno de los elementos del programa cada 3 meses después de su implementación, de acuerdo con la lista de verificación establecida (Apéndice 12), concluyendo con 4 evaluaciones al término de un año, permitiendo reflejar el progreso en la implementación del programa.
- D.1.5. Toda persona involucrado en el programa debe participar en la evaluación del mismo, permitiendo obtener comentarios sobre los procesos implementados
- D.1.6. Para el caso de los registros médicos correspondientes a las pruebas audiométricas estas deben ser incorporadas dentro del expediente de médico de cada trabajador, de manera que se establezca un historial médico para cada persona.
- D.1.7. El departamento de SySO debe proveer los recursos necesarios para la elaboración de registros, revisión y almacenamiento de información.
- D.1.8. El departamento de SySO deberá velar por que cada uno de los registros o documentos del programa con los que se cuente sea almacenado adecuadamente y se le proporcione el mantenimiento requerido.
- D.1.9. Todo documento propio del programa que este en material físico debe ser registrado y almacenado archivos higiénicos y debe ser colocado en el área del estante correspondiente al departamento de SySO.
- D.1.10. Todo documento con datos propios de actividades del programa deben ser normalizados al formato de documentos que utiliza la empresa.
- D.1.11. Como parte de la documentación que va a ser almacenada se considerarán los registros específicos de:

Monitoreo de exposición de ruido

- Se debe incluir los registros de las mediciones recolectadas, las condiciones bajo las cuales se llevaron a cabo las mediciones
- Informe anual con el análisis de las variaciones de os niveles de presión sonora de los diferentes evaluaciones.

Documentación de controles técnicos

- Resultados de estudios de ruido para la evaluación de controles ingenieriles.

- Pruebas de la instalación de los controles de atenuación de ruido y con resultados de las reducciones logradas.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO-05
	Evaluación y seguimiento		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 3 de 5
Fecha: 3/12/2015			

Documentación de capacitaciones

- Registro de asistencia de los trabajadores a las capacitaciones
- Contenidos de las capacitaciones
- Registros de la evaluación de las capacitaciones
- Registros de la evaluación de las personas que brindan las capacitaciones.
- La evaluación del conocimiento de los trabajadores sobre de los contenidos de la capacitación.

Documentación del EPA

- Fecha de inicio de implementación del EPA sobre los trabajadores del área de proceso productivo de aceros largos.
- Datos del EPA (modelo, tamaño)
- Datos de la atenuación lograda por el EPA y niveles sonoros alcanzados
- Documentos de solicitud y cambio del EPA

Registros de vigilancia de la salud

- Modelo audiométrico utilizado y fecha de calibración
- Fecha de la audiometría y nombre del encargado de realizar la prueba
- Certificación del encargado de realizar las pruebas
- Resultados de la pruebas audiométricas para cada trabajador
- Informe de resultados de las pruebas
- D.1.12. El departamento de SySO debe elaborar un informe posterior a cada evaluación que involucre los resultados obtenidos en los diferentes elementos del programa, junto con su respectivo análisis, donde se muestren los aspectos

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO-05
	Evaluación y seguimiento		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 4 de 5
Fecha: 3/12/2015			

positivos y negativos, ofreciendo los aspectos a mejorar dentro del programa como la propuesta de nuevas medidas de intervención que favorezcan el cumplimiento de los objetivos del programa.

- D.1.13. Se evaluará cada uno de los temas de capacitación brindada, donde se considerará como aceptable si el porcentaje obtenido de la evaluación supera el 60% y como inaceptable de ser inferior a éste al 60%. Si como resultado deberá analizar las posibilidades de mejora, proponiendo nuevos temas de capacitación de acuerdo a las necesidades de la empresa con el fin de mejorar las capacitaciones.
- D.1.14. El departamento de SySO deberá elaborar un informe con los resultados de las evaluaciones de las capacitaciones, con el fin de presentar a la gerencia dichos resultados y las propuestas de solución.
- D.1.15. Cumplido un año de haberse iniciado la implementación del programa se realizará una evaluación anual del programa por medio de la ejecución de una lista de verificación establecida en la cual se incluyen las metas propuestas para la implementación del programa de conservación auditiva de acuerdo con los indicadores planteados, la misma se puede observar en el apéndice 12.
- D.1.16. Se analizarán los resultados obtenidos en la evaluación por medio del calculando del porcentaje de cumplimiento del programa, para los diferentes apartados con que este cuenta, el cálculo se llevará a cabo a partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cumplimiento: } \frac{\text{cantidad de items con respuesta si}}{\text{cantidad de items evaluados}} \times 100$$

- D.1.18. Si el porcentaje de cumplimiento del programa es inferior al 60% se considerará como deficiente, si éste es superior al 60 % se considerará como aceptable y se si este supera el 80 % se considerará como muy aceptable.
- D.1.19. Si el porcentaje de cumplimiento del programa resulta como inaceptable (interior al 60%) se deberán analizar los distintos elementos del programa a fin de determinar cuáles son los que requieren atención inmediata, a fin de proponer medidas para su mejora.

 ArcelorMittal	Programa de Conservación Auditiva en el área de proceso de laminación de aceros largos		Código: PS-SySO-05
	Evaluación y seguimiento		
Revisión: N° 1	Idioma: Español	Clasificación Seguridad: Publica	Página: 5 de 5
Fecha: 3/12/2015			

- D.1.20. Posterior a cada una de las evaluaciones se expondrá a la gerencia de los resultados presentes en el informe elaborado posterior a cada evaluación, mostrando tanto los aspectos negativos como los positivos, explicando los motivos por los cuales se están presentando dichos resultados y las propuestas de mejora del programa.

VIII. Conclusiones

- Los procedimientos propuestos de monitoreo de ruido permitirán contar con un seguimiento de los niveles de presión sonora presentes en el área, permitiendo identificar alteración en los mismos relacionados con cambios en el área, maquinaria o procesos.
- Las alternativas de control propuestas permitirán reducir los niveles de presión sonora generados por los procesos de transporte de producto en el sector de evacuación, junto con aquellos ruidos generados por el ventilador de combustión del horno, siendo ambas fuentes de gran importancia en la emisión de ruido.
- El programa de conservación auditiva brinda un procedimiento de elección de equipo de protección personal según las necesidades de atenuación y condiciones higiénicas del trabajo.
- El equipo de protección auditiva propuesto ofrece una atenuación de 25, 29 y 24,55 dB para los sectores de laminación, evacuación y horno respectivamente, permitiendo reducir el nivel de ruido percibido por los trabajadores hasta valores inferiores a los 70 dB (A).
- El programa de capacitación propuesto para la formación de los trabajadores en el tema de ruido, sus efectos a la salud, métodos de control de ruido y aspectos relacionados al programa de conservación auditiva permitirán reforzar sus conocimientos y conductas de trabajo, propiciando la creación de una cultura de seguridad y prevención.
- El programa de conservación auditiva ofrece procedimientos que permiten evaluar y dar seguimiento a la vigilancia de la salud en beneficio de la protección auditiva de todos los trabajadores de la empresa.
- La evaluación y seguimiento del programa de conservación auditiva son necesarios para valorar la efectividad del programa e identificar oportunidades de mejora del mismo.

IX. Recomendaciones

- Realizar la calibración anual correspondiente al sonómetro con el que cuenta la empresa, con el fin de poder contar con éste para las evaluaciones de ruido.
- En caso de no contar con el equipo de medición necesario se debe proceder al alquiler de éstos o la contratación de personal especializado que realice las evaluaciones.
- Se debe establecer un protocolo que correspondiente a la instrumentación necesaria para las mediciones de ruido, su calibración y seguimiento de este.
- Al seleccionar el equipo de protección auditiva se debe seguir el procedimiento propuesto en el programa de conservación auditiva, donde por características de las tareas que realizan los trabajadores y condiciones higiénicas durante la realización de éstas no se debe elegir EPA desechable o sin cordón, ya que puede afectar la salud auditiva de los trabajadores.
- Revisar la estructura del encerramiento, rodillos del área de evacuación y material aislante del ventilador de combustión con una frecuencia trimestral a fin de verificar su correcto estado y funcionamiento
- Considerar los resultados obtenidos de las pruebas audiométricas de manera que se considere si es necesaria la reubicación de la persona o la mejora de sus condiciones de trabajo y protección contra el ruido.
- Es recomendable que todo trabajador que se encuentre expuesto a niveles de presión sonora iguales o superiores a los 85 dB (A) se les realice un examen audiométrico anual y al finalizar sus labores con la empresa, en especial a aquellos con historial médico de exposición a ruido y los que presenten alteración de su capacidad auditiva.
- Se recomienda que todas las personas vinculadas con el programa de conservación auditiva, preferiblemente de distintas áreas sean partícipes de la aplicación de la lista de verificación propia de la evaluación del programa, con el fin de obtener datos reales y propuesta de mejoras que puedan brindar los trabajadores.

X. Apéndices del programa de conservación auditiva

Apéndice 1. Matriz de NPS en dB (A) para el mapa de ruido

		Realizado por:				Fecha:			
		Mapa de ruido				Hora de inicio:			
						Hora de finalización:			
Cuadrante	1		2		3		4		Hor
	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Apéndice 3. Bitácora dosimetría de ruido

	Realizado por:	Fecha:
	Bitácora dosimetría de ruido	Hora de inicio:
		Hora de finalización:
Nombre del trabajador:	Puesto:	Tiempo de muestreo:
% Dosis:	Nivel sonoro continuo equivalente:	
Hora	Observaciones	

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 5. Evaluación de las capacitaciones brindadas

Aspectos generales de ruido

1. ¿Cuál considera usted que es la definición de ruido?

___ El ruido es todo sonido no deseado, molesto y perturbador

___ Toda sensación percibida por el oído

2. ¿Cuál de los siguientes ni corresponde a un tipo de ruido?

() Continuo () impacto

() Aleatorio () microonda

3. ¿Cuál es el nivel máximo de exposición a ruido para una jornada de trabajo de 8 h?

() 80 dB (A) () 90 dB (A)

() 85 dB (A) () 100 dB (A)

La audición y su relación con la exposición a ruido

1. ¿Cuáles de las siguientes son efectos a la salud causados por la exposición a ruido?

() Pérdida permanente de la audición () Estrés

() Hipertensión () Gripe

2. ¿Cuáles de los siguientes factores influyen en los efectos del ruido sobre la salud?

() Sustancias tóxicas () Tipo de ropa

() Temperatura () Nivel de intensidad

3. ¿Cuáles de las siguientes opciones no es un problema laboral relacionado con la exposición a ruido?

() Falta de concentración () Ansiedad al realizar trabajos

Reducción de accidentes

Disminución en el rendimiento

Medidas de intervención para el control de ruido

1. ¿Conoce sobre la importancia del uso de los equipos de protección auditiva?

Sí _____ No _____.

¿Su función es?

Evitar que los oídos se ensucien

Proteger a los trabajadores de daños auditivos

2. ¿La frecuencia con la cual se le debe realizar mantenimiento a los tapones auditivos es de?

2 meses

6 meses

1 año

15 días

3. ¿Marque las opciones que consideren usted que son métodos de reducción de ruido?

Modificación sobre las maquinas ruidosas Aislamiento de máquinas ruidosas

Mantenimiento periódico sobre las máquinas Reducir periodos de exposición

Apéndice 6. Evaluación del expositor encargado de realizar las capacitaciones

Para fines de evaluar tanto la capacitación como a la persona a cargo de brindar esta se dispone del siguiente cuestionario, la información recopilada será tratada de manera confidencial.

Fecha:	
Nombre del instructor	
Tema de capacitación	

Evaluación de la capacitación:

1. Contenidos de la capacitación

- a. Profundidad de los temas () Deficiente () Regular () Bueno
- b. Cumplimiento de los contenidos () Deficiente () Regular () Bueno
- c. Los contenidos de la capacitación se aplican a su puesto de trabajo
() Sí () No
- d. La información vista en las capacitaciones permite mejorar las condiciones de trabajo
() Sí () No
- e. Las capacitaciones cumple sus expectativas () Sí () No

2. Instructor

- a. Dominio del tema () Deficiente () Regular () Bueno
- b. Capacidad de transmitir conocimientos () Deficiente () Regular () Bueno
- c. Elimino las dudas de forma acertada () Deficiente () Regular () Bueno
- d. Método utilizado en las capacitaciones () Deficiente () Regular () Bueno
- e. Manejo del grupo a capacitar () Deficiente () Regular () Bueno
- f. Los métodos audiovisuales utilizados fueron adecuados para exponer los contenidos del curso
() Sí () No
- g. El material adicional proporcionado permite la consulta de los temas vistos
() Sí () No

Apéndice 7. Calculo De la constante del local y capacidad de absorción de ruido para el área de producción de aceros largos

Características del área			Coeficientes de absorción acústica de los materiales por frecuencia					
Superficie	Material	Área (m ²)	125	250	500	1000	2000	4000
Piso	concreto	18000	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
			A*αm					
			180	180	360	360	360	540
Techo	metal	18000	0	0	0	0	0	0
			A*αm					
			0	0	0	0	0	0
paredes	metal	3910	0	0	0	0	0	0
	concreto	1160	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
	espacio abierto	391	1	1	1	1	1	1
			A*αm					
			402,6	402,6	414,2	414,2	414,2	425,8
Área total			suma de A*αm para cada frecuencia					
		41461	582,6	582,6	774,2	774,2	774,2	965,8

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
αm	0,014	0,014	0,019	0,019	0,019	0,023
R	590,90	590,90	788,93	788,93	788,93	988,83

Apéndice 8. Calculo De la constante del local y capacidad de absorción de ruido del encerramiento de acrílico para la válvula de la TI-4

Características del área			Coeficientes de absorción acústica de los materiales por frecuencia					
Superficie	Material	Área (m ²)	125	250	500	1000	2000	4000
piso	acrílico	0,7225	0,2	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03
			A*αm					
			0,14	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
paredes	acrílico	1,7	0,2	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03
	lámina metálica	1,7	0	0	0	0	0	0
			A*αm					
			0,34	0,12	0,09	0,07	0,07	0,05
techo	acrílico	0,50575	0,2	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03
	espacios (aire)	0,7225	1	1	1	1	1	1
			A*αm					
			0,82	0,76	0,75	0,74	0,74	0,74
Área total		5,35075	suma de A*αm					
			1,31	0,93	0,87	0,84	0,84	0,81

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
αm	0,24	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15
R	1,73	1,12	1,04	1,00	1,00	0,95

Calculo De la constante del local y capacidad de absorción de ruido del encerramiento
con láminas de yeso para la válvula de la TI-4

Características del área			Coeficientes de absorción acústica de los materiales por frecuencia					
Superficie	Material	Área (m ²)	125	250	500	1000	2000	4000
piso	yeso	0,7225	0,35	0,12	0,08	0,07	0,05	0,02
			A*αm					
			0,25	0,09	0,06	0,05	0,04	0,01
paredes	yeso	1,7	0,35	0,12	0,08	0,07	0,05	0,02
	lamina metálica	1,7	0	0	0	0	0	0
			A*αm					
			0,595	0,204	0,136	0,119	0,085	0,034
techo	yeso	0,50575	0,35	0,12	0,08	0,07	0,05	0,02
	espacios (aire)	0,7225	1	1	1	1	1	1
			A*αm					
			0,90	0,78	0,76	0,76	0,75	0,73
Área total		5,35075	suma de A*αm					
			1,75	1,07	0,96	0,93	0,87	0,78

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
αm	0,33	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
R	2,59	1,34	1,17	1,12	1,04	0,91

Apéndice 9. Guía para la selección del equipo de protección auditiva

Evaluación de ruido en el puesto de trabajo								
Área:				Puesto de trabajo				
Fuentes de ruido:								
Tipo de ruido:				Niveles de presión sonora (dB(A)):				
¿Se puede mantener una conversación a 3 metros:								
Niveles de presión sonora por frecuencia en el área de trabajo								
Frecuencia Hz		125	250	500	1K	2K	4K	8K
NPS por bandas de octava								
Atenuación ofrecida por el EPA								
¿Existe la necesidad de escuchar señales sonoras de emergencia u otras?								
Tiempo de exposición:				NRR del equipo:				

Apéndice 10. Control de entrega y cambio del EPA

Boleta de solicitud del equipo	
Fecha de entrega:	
Hora de entrega:	
Fecha del último cambio de equipo:	
Motivo del cambio:	
Responsable:	
Recibido por:	Puesto:

Apéndice 11. Evaluación del equipo de protección auditiva propuesto por el método

OSHA

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
I- Nivel Presión Acústica dB	8 4,71	8 5,11	8 5,43	8 5,67	8 8,53	9 3,08	9 0,54	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	6 8,71	7 6,11	8 2,43	8 5,67	8 9,53	9 4,08	8 9,54	9 6,94
IV- Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	2 8,5	3 0	3 2,9	3 3,5	3 4,9	4 1,9	4 4,6	
V- Desviación estándar (x 2)	9, 4	9, 2	9, 2	8	7, 2	1 0,2	8, 2	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB (I-IV más V)	6 5,61	6 4,31	6 1,73	6 0,17	6 0,83	6 1,38	5 4,14	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	4 9,61	5 5,31	5 8,73	6 0,17	6 1,83	6 2,38	5 3,14	6 7,54
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	2 9,40

Apéndice 12. Lista de verificación para la evaluación del programa de conservación auditiva

Lista de verificación para la evaluación del programa de conservación auditiva		
Realizado por:		
Fecha:	Hora de inicio:	Hora final:
Monitoreo de exposición a ruido		
Ítem a evaluar	Si	No
¿Se han llevado a cabo las evaluaciones de ruido en los diferentes sectores?		
¿Las evaluaciones se han llevado a cabo siguiendo las metodologías establecidas?		
¿Se verificó que los instrumentos utilizados para realizar las mediciones cuentan con la calibración anual correspondiente?		
¿Se realizan las evaluaciones en los periodos establecidos o tras presentarse cambios en máquinas o procesos?		
¿Se mantienen los registros de las mediciones realizadas?		
¿Los resultados obtenidos son utilizados para la elaboración de informes para determinar si se presenta algún cambio en las condiciones de exposición a ruido?		
¿Toda evaluación es realizada por personal capacitado en el tema?		
¿Los resultados de las evaluaciones son tomados en cuenta para implementar medidas de control para la exposición a ruido?		
Controles técnicos y administrativos		
Ítem a evaluar	Si	No
¿Todas las medidas de control de ruido están destinadas a reducir los niveles de presión sonora generado por las maquinas o el proceso productivo?		
¿Las personas encargadas de proponer los controles son personas capacitadas y competentes?		
¿Se implementaron los controles propuestos en el programa de conservación auditivo?		
¿Los controles ingenieriles propuestos se llevaron a cabo con la metodología propuesta y los materiales recomendados?		
¿Se cuenta con un programa de mantenimiento que asegure el correcto funcionamiento de los controles propuestos?		
¿Se revisan los planes de control de ruido al menos una vez al mes?		
¿Se han realizado evaluaciones de ruido posterior a la implementación de los controles para verificar la		

reducción de los niveles de presión sonora debido a su implementación?		
¿Se toman en consentimiento la implementación de nuevos controles administrativos e ingenieriles?		
Capacitación del personal		
Ítems a evaluar	Si	No
¿Las capacitaciones se imparten con una frecuencia mínima de una vez al año?		
¿Se han impartido las capacitaciones a todos los trabajadores?		
¿Se imparten los temas de capacitación propuestos en el programa?		
¿La información de los temas de capacitación es revisada y actualizada constantemente?		
¿La totalidad de los trabajadores conocen y comprenden sobre al menos el 70% de los contenidos de las capacitaciones?		
¿Las capacitaciones son brindadas por personal calificado?		
¿Se lleva un control de asistencia de los trabajadores a las capacitaciones?		
¿Se les proporcionará a los trabajadores el tiempo necesario para asistir a las capacitaciones?		
¿Se utilizan recursos audiovisuales, didácticos y electrónicos para facilitar la información en las capacitaciones?		
Equipo de protección auditiva		
Ítem a evaluar	Si	No
¿Se toman en cuenta las evaluaciones de ruido realizadas para la elección del equipo de protección auditiva?		
¿El equipo seleccionado proporciona la atenuación adecuada para cada frecuencia?		
¿Se selecciona el equipo de protección auditiva siguiendo la metodología propuesta?		
¿Se considera el confort y ajuste en la elección del EPA?		
¿Se consideran aspectos de la salud de los trabajadores en la elección del EPA?		
¿Los empleados conocen sobre el uso Y mantenimiento correcto del EPA?		
¿Se realizan inspecciones periódicas para verificar el estado y uso del equipo de protección auditiva?		
¿Los trabajadores conocen y realizan los procedimientos de limpieza del EPA?		
¿Los tapones auditivos son proporcionados adecuadamente?		
Vigilancia medica		
Ítem a evaluar	Si	No

¿Las pruebas audiométricas son realizadas por personal capacitado?		
¿Se cuenta con un lugar adecuado para el desarrollo de las pruebas audiométricas?		
¿Se realizan exámenes audiométricos pre-empleo y con una frecuencia mínima anual para todo trabajador expuesto a niveles de presión sonora superiores a los 85 dB(A)?		
¿Se informa a los trabajadores sobre los resultados de las pruebas audiométricas?		
¿Se brinda el procedimiento propuesto en el programa a aquellos trabajadores que presentan alteración en su capacidad auditiva?		
¿Se mantienen los registros de las pruebas audiométricas?		
¿Se comparan los resultados de las pruebas audiométricas con el valor inicial, con el fin de identificar cambios en el umbral auditivo?		
¿Todos los trabajadores se presentan a su cita para el examen audiométrico?		
¿Los trabajadores conocen y comprenden sobre los motivos y propósitos de las pruebas audiométricas?		

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 13. Rodillo con cubierta de filamentos de alambre de acero



Fuente: Osborn

Apéndice 14. Presupuesto para la implementación de las recomendaciones propuestas en el programa de conservación auditiva

Componente	Cantidad	Costo (₡)	Total (₡)
Encerramiento de la válvula de la TI-4	1	908 000	908 000
Aislamiento del ventilador de combustión	1	277 780	277 780
Rodillos con cubierta de fibra de acero	30	50 000	1 800 000
Capacitaciones	10	75 000	1 387 500
Equipo de protección auditiva	95	215	20 425
Total			4 393 705

Fuente: Elaboración propia

VIII. Bibliografía

Abelló, P. (2010). *Presbiacusia*. España: Elsevier.

ACGIH. (2015). *TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*. Cincinnati: ACGIH.

Al-Mana, D., Ceranic, B., Djahanbakhch, O., & Luxon, L. M. (2010). Alteration in auditory function during the ovarian cycle. *Hearing Research*, 114-122.

Álvarez, F. (2011). *Salud Ocupacional*. Colombia: Ecoe Ediciones.

ArcelorMittal. (2015). *Misión y Visión*. Obtenido de http://costarica.arcelormittal.com/mision_vision.htm

Asfahl, R. (2000). *Seguridad Industrial y Salud. 4a. ed.* México: PRENTICE HALL.

Baraza, X., Castejón, E., & Guardino, X. (2014). *Higiene Industrial*. España: Editorial UOC.

- Bielefeld, E. C. (2015). Protection from noise-induced hearing loss with Src inhibitors. *Drug Discovery Today*, 760-765.
- Bockstael, A., Bruyne, L. D., Vinck, B., & Botteldooren, D. (2013). Hearing protection in industry: Companies' policy and workers'. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 512-517.
- Bovea, M. (2013). *Manual de Seguridad e Higiene Industrial para la formación en Ingeniería*. España: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Chávez, J. (2006). Ruido: Efectos sobre la salud y su criterio de su evaluación al interior de recintos. *Ciencia y Trabajo*, 42-46.
- Crocker, J. M. (2007). *Handbook of Noise and Vibration Control*. United States: John Wiley & Sons.
- Decreto N° 10541-TSS. (1979). *Reglamento para el control de ruidos y vibraciones*. Pub, L. No. 10541- TSS.
- Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal. (2014). *Informe de audiometrías de rastreo ocupacional*. Guápiles.
- Departamento de Recursos Humanos ArcelorMittal. (2015). *Información ArcelorMittal*.
- Edo, B., & Dolores, M. (2013). *Manual de seguridad e higiene industrial para la formación en ingeniería*. España: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Fernández, M., Quintana, S., Chavarría, N., & Ballesteros, J. A. (2009). Noise exposure of workers of the construction sector. *Noise exposure of workers of the construction sector*, 753-760.
- Hausmann, D. (2011). *OSHA Fact Sheet: Laboratory Safety Noise*. Obtenido de Occupational Safety and Health Administration:

<https://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHAfactsheet-laboratory-safety-noise.pdf>

Henao, F. (2007). *Riesgos físicos I: ruido, vibraciones y presiones anormales*. Colombia: Ecoe Ediciones.

Henao, R. F. (2007). *Riesgos Físicos: Ruido, vibraciones y presiones anormales*. Colombia: Ecoe Ediciones.

Hernández, D. A., & González, M. B. (2007). ALTERACIONES AUDITIVAS EN TRABAJADORES. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 53(208).

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. México: Mc Graw Hill.

INSHT, I. N. (2006). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%A9nica_ruido.pdf

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2000). *INTE 31-09-16-00. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2001). *INTE 31-08-02-00. Higiene industrial. Medio ambiente laboral. Determinación del nivel sonoro continuo equivalente en los centros de trabajo*.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2000). *NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos*.

- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2007). *Evaluación de las condiciones termohigrométricas; ruido e iluminación en el área de producción y oficinas de la Laminadora Costarricense del Grupo Arcelor, ubicada en Guácimo.*
- Ismaila, S. O., & Odusote, A. (2014). Noise exposure as a factor in the increase of blood. *beni- suef university journal of basic and applied sciences* , 116-121.
- Kowalska, M. S., & Pawelczyk, M. (2013). Contribution of genetic factors to noise-induced hearing loss: A human studies review. *Mutation Research*, 61-65.
- Mancera, M., Mancera, M., & Mancera, M. (2012). *Seguridad e Higiene Industrial: Gestión de Riesgos.* Alfaomega Grupo Editor.
- Marín, E. T. (2013). *Programa de Prevención para la Pérdida de la Capacidad Auditiva por Exposiciones a Ruido en el Área de Preparado de Mayonesa de la Empresa UNILEVER .*
- Martínez, M. (2013). *Metodologías de medición de ruido.* Obtenido de http://www.digital.itcr.ac.cr/dotlrn/classes/SO/SO2307/S-2-2013.CA.SO2307.1/file-storage/index?folder_id=11747718
- Mrena, R., Ylikoski, J., Kiukaanniemi, H., Mäkitie, A., & Savolainen, S. (2008). The effect of improved hearing protection regulations in the prevention of military noise-induced hearing loss. *Acta Otolaryngol*, 128:997-1003.
- Naravane, S. (2009). *Effect of industrial noise on occupational skill performance capability.* United States: State University of New York at Binghamton.
- Nassiri, P., Monazzam, M. R., Asghari, M., Zakerian, S. A., Dehghan, S. F., Folladi, B., & Azam, K. (2015). The interactive effect of industrial noise type, level and frequency characteristics on occupational skills. *Performance Enhancement & Health*, (64)1-5.

- NIOSH. (1996). *A PRACTICAL GUIDE PREVENTING OCCUPATIONAL HEARING LOSS*. Obtenido de <http://www.cdc.gov/niosh/docs/96-110/pdfs/96-110.pdf>
- NIOSH. (1998). *Criteria for a recommended standard. Occupational noise exposure*. United States of América: U.S. Department of Health and Human Services.
- OIT. (2012). *Capítulo 47 Ruido*. En: *enciclopedia de la OIT*. España: D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- OIT. (2012). *Capítulo 73 Hierro y acero*. En: *enciclopedia de la OIT*. España: D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- OSHA. (2001). *Exposición a ruido en el trabajo*. Obtenido de <https://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/index.html>
- OSHA. (2002). *Hearing conservation*. Obtenido de <https://www.osha.gov/Publications/osha3074.pdf>
- OSHA. (31 de Agosto de 2015). *ELECTRONIC CODE OF FEDERAL REGULATIONS*. Obtenido de 29 CFR 1910.95: http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7ea00ef48da7d3d6258f3815e834527a&mc=true&node=se29.5.1910_195&rgn=div8
- Oyedepo, O., & Saadu, A. (2010). *Assesment of noise level in sundry processing and manufacturing industries in Ilorin metropolis, Nigeria*. Nigeria: Spriger.
- Razavi, H., Ramezanifar, E., & Bagherzadeh, J. (2014). An economic policy for noise control in industry using genetic algorithm. *Safety Science*, 79-85.
- Rodellar, A. (2009). *Seguridad e higiene en el trabajo*. España: Marcombo.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). *Guía de elaboración de programas de capacitación* . Obtenido de <http://observatoriodelacapacitacion.stps.gob.mx/oc/capacitacion/G4-EPG.pdf>

Stanbury, M., Rafferty, A., & Rosenman, K. (2008). Prevalence of hearing loss and work-related noise-induced hearing loss in Michigan. *J Occup Environ Med*, 50(1):72-9.

Urbina, B. R. (2011). Hipoacusia de Origen Laboral. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, (599) 447-453.

Valverde, M. B. (2013). *Programa para el control de ruido en las plantas productoras de bloques y adoquines del centro de producción Pedregal Belén.*

Apéndice 2. Matriz de NPS en dB (A) para el mapa de ruido

 ArcelorMittal	Realizado por:						Fecha:							
	Mapa de ruido						Hora de inicio:							
							Hora de finalización:							
Cuadrante	Recorrido													
	1		2		3		4		5		6		7	
	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS	Hora	NPS
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 4. Matriz para análisis por frecuencia

	Realizado por:	Fecha:
	Análisis por frecuencia	Hora de inicio:
		Hora de finalización:
Frecuencia	dB	Observaciones

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 5. Bitácora dosimetría de ruido

	Realizado por:	Fecha:
	Bitácora dosimetría de ruido	Hora de inicio:
		Hora de finalización:
Nombre del trabajador:	Puesto:	Tiempo de muestreo:
% Dosis:	Nivel sonoro continuo equivalente:	
Hora	Observaciones	

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 6. Encuesta Higiénica.

 ArcelorMittal	Realizado por:	Fecha:
	Encuesta Higiénica	Hora de inicio:
		Hora de finalización:

Ubicación de la empresa: _____

Representante de la empresa: _____

Puesto: _____

Datos Generales:

Área de aplicación: _____

Cantidad de trabajadores: _____

Descripción del proceso desarrollado:

Materia prima utilizada: _____

Cantidad de maquinaria involucrada en el proceso:

Tipos de productos:

_____.

Información de la organización trabajo

Descripción de las jornadas laborales:

Días laborales: _____ Horas: _____

Turnos de trabajo: _____

Horas extras: _____

Cantidad de trabajadores por turno:

Información sobre ruido:

Frecuencia de mediciones de ruido en el área:

Sectores con mayor presencia de ruido:

Sector crítico de exposición a ruido en el área:

¿Se les informa a los trabajadores los resultados obtenidos de los estudios de ruido? _____

Importancia del ruido externo:

___ Muy importante ___ Importante ___ Regular ___ No importante
___ Imperceptible

Grado de molestia del ruido ocasionado por personas:

Molesto _____ No Molesto _____

Observaciones:

Proceso que genera mayor niveles de ruido:

Rotación del personal: _____ Mucha _____ Poca _____ Ninguna

Los trabajadores han experimentado pérdida auditiva: Sí _____ No _____

Cantidad de trabajadores con pérdida auditiva: _____

Características del ruido existente:

Es considerado constante: Sí: _____ No: _____

Es variable en el tiempo: Sí: _____ No: _____

Existe ruido de impacto: Sí: _____ No: _____

Se presentan ruidos inesperados: Sí: _____ No: _____

Hay ruidos inesperados en algún momento de la jornada: Sí: _____
No: _____

¿Se utiliza algún tipo de protección auditiva?

Sí: _____ No: _____

Especifique que tipo de equipo de protección auditiva (EPA) se utiliza:

Frecuencia y mantenimiento del EPA:

Tiempos de utilización del EPA por parte de los trabajadores:

Se capacita al personal sobre la correcta utilización del EPA:

Condiciones de las instalaciones

Área aproximada del local:

Materiales de construcción:

- Paredes: _____
- Techo: _____
- Piso: _____

Altura del local:

Tipo de aberturas en el local:

Materiales de aislamiento acústico:

Vigilancia de la salud

¿La empresa cuenta con un médico en la empresa? ¿Durante cuánto tiempo permanece en el lugar? (descripción)

¿Se involucran pruebas para poder identificar el personal adecuado para el puesto de trabajo?

Sí: _____ No: _____

¿Se realizan exámenes médicos periódicos (audiometrías)? (descripción)

Molestias más comunes presentadas por los trabajadores:

Fuente: Elaboración propia, basada en la INTE 31-09-16-00 “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido” se utiliza para la realización de la encuesta higiénica

Apéndice 7. Entrevistas estructurada al encargado de mantenimiento y encargados de producción

	Realizado por:	Fecha:
	Entrevistas al personal de mantenimiento y encargados de planta	Hora de inicio:
		Hora de finalización:

Nombre del colaborador:

Puesto: _____

Cantidad de máquinas:

Tipos de Mantenimiento de la maquinaria

- Preventivo Sí: _____ No: _____
- Correctivo Sí: _____ No: _____
- Predictivo Sí: _____ No: _____

Frecuencia de mantenimiento:

Conoce la distribución de las máquinas. Realice una breve descripción

¿Cuáles son los tiempos de operación de las diferentes máquinas?

¿Cuáles son los tiempos de variación de los productos a desarrollar?

Apéndice 8. Formato de observación no participativa

Apéndice 9. Entrevista estructurada sobre el historia ocupacional de los trabajadores del área

 ArcelorMittal	Realizado por:	Fecha:
		Hora de inicio:
	Entrevista sobre el historia ocupacional de los trabajadores	Hora de finalización:

Número de entrevista: _____

1. Nombre del trabajador: _____
2. Puesto: _____
3. Sexo: _____ Masculino _____ Femenino
4. Edad: _____ Antigüedad en el puesto: _____
5. Edad laboral: _____
6. Tiempo de laborar en la empresa: _____
7. Jornada laboral: _____ 8 horas diarias _____ 10 horas diarias _____ 12 horas diarias
8. Turno de trabajo: _____ diurno _____ nocturno _____ Rotativo
9. Tiempos de descanso:

10. A lo largo de su jornada de trabajo. ¿Cuánto tiempo considera usted que se encuentra expuesto al ruido del lugar?

11. ¿Realiza más de un tarea a lo largo de la jornada laboral? Esplique cuales.

Tareas	Tiempo (minutos)
1	
2	
3	
4	
5	
6	

12. ¿Se encuentra expuesto a ruidos elevados durante la realización de estas tareas?

13. Práctica actividades de esparcimiento, como salir a bailes, karaokes, asistir a conciertos, u otra actividad que involucre la exposición a niveles elevados de ruido.

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es Sí, podría indicar cuales son las actividades realizadas y la frecuencia con las que las realiza.

Actividad	Frecuencia				
	3 o más veces por semana	2 veces por semana	1 vez por semana	1 vez al mes	Nunca

14. ¿Se ha realizado algún examen en algún centro médico o en la empresa para verificar su capacidad auditiva?

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es Sí. Indique por cuales razones:

15. ¿Ha experimentado daño a la salud asociado por la exposición a ruido (valorado por un médico)? _____

16. ¿Con que frecuencia tiende a presentar daños a la salud por la exposición a ruido ocupacional? _____

17. ¿Utiliza equipo de protección auditiva?

Sí: _____ No: _____

Con que frecuencia lo utiliza:

___ Siempre ___ Frecuentemente ___ Ocasional ___ Muy raramente ___ Nunca

18. ¿Qué tipo de equipo de protección personal utiliza?

_____ Orejeras _____ Tapones auditivos _____ Ambos

19. ¿Ha sido capacitado en el uso del equipo de protección auditivo?

Sí: _____ No: _____

20. ¿Ha presentado algún malestar asociado al uso del equipo de protección auditivo?

Sí: _____ No: _____

¿Cuál (es)?

Percepción subjetiva del ruido

21. El ruido existente interfiere con la realización de las tareas realizadas en esa área de trabajo: Sí: ___ No: _____ (si su respuesta es No, pase a la pregunta 25)

22. ¿Qué tan molesto es el ruido generado en esa área de trabajo para el operario?

___ Mucho ___ Bastante ___ Regular ___ Poco ___ Nada

23. En qué momento considera que el ruido es más molesto:

___ Siempre ___ Más de media jornada ___ Nunca ___ Otro;

24. ¿Usted puede mantener una conversación con otra persona a 1 metro sin tener que alzar la voz? Sí: _____ No: _____

25. Es necesario elevar la voz al comunicarse: Sí: _____ No: _____

Fuente: Adaptación propia basada en la entrevista sobre historial ocupacional de los trabajadores aplicado en UNILEVER (Marín, 2013)

Apéndice 10. Encuesta a los trabajadores para determinar el porcentaje de conocimiento de riesgos auditivos y temas de necesidad de capacitación

Presentación

Estimado Señor (a), mi nombre es Brayan Sánchez y soy estudiante del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Como parte del proyecto de graduación en el tema de ruido, estoy realizando una encuesta a los trabajadores del área de proceso de productos laminados, con el fin de conocer el grado de conocimiento con respecto al tema de ruido que posee usted y cada uno de sus compañeros, así identificar los temas de necesidad de capacitación.

La presente encuesta es con fines académicos y los resultados no serán utilizados de manera irresponsable o perjudicial. Las respuestas se utilizaran solo para el desarrollo del presente proyecto.

	Realizado por:	Fecha:
	Encuesta a trabajadores	Hora de inicio:
		Hora de finalización:

Número de encuesta: _____

Puesto del trabajador: _____

1. ¿Conoce usted la definición de ruido?

Sí: _____ No: _____.

(Si su respuesta es Si pase a la pregunta 2, si su respuesta es no pase a la pregunta 3)

2. ¿Cuál de las opciones considera como la definición de ruido?

_____ es todo ruido que puede considerarse indeseable y con capacidad de causar daños a la salud.

_____ Toda sensación percibida por el oído

3. ¿Conoce o ha escuchado sobre los decibeles, unidad de medida de la amplitud del ruido?

Sí: _____ No: _____.

4. ¿Sabe usted cual es el nivel de ruido en dB (A) al cual se encuentra expuesto?

Sí: _____ No: _____.

5. ¿Conoce usted cual es el límite de exposición (dB (A)) establecido por la legislación nacional?

Sí: _____ No: _____ No recuerdo _____

6. ¿Conoce usted sobre los tipos de ruido (impacto, fluctuante, estable, intermitente) que se pueden presentar?

Sí: _____ No: _____.

(Si su respuesta es Si pase a la pregunta 7, si su respuesta es no pase a la pregunta 9)

7. ¿Conoce usted acerca de la presencia de algunos de estos tipos de ruido en el lugar de trabajo?

Sí: _____ No: _____.

8. ¿Sabe usted que dependiendo del tipo de ruido al cual se encuentre expuesto ocasiona el daño auditivo puede ser mayor?

Sí: _____ No: _____.

9. ¿Conoce usted sobre los efectos nocivos a la salud que puede causar la exposición a ruido?

Sí: _____ No: _____.

10. Cuales efectos cree usted que podrían presentar por la exposición a ruido.

(Marque con una X)

____ Hipoacusia (pérdida permanente de la capacidad auditiva)

____ Pérdida temporal de la capacidad auditiva

____ Trastornos de sueño

____ Aumento de la frecuencia cardiaca

____ Estrés

____ Aumento de la presión sanguínea

11. ¿Sabe usted que los trabajadores se pueden proteger contra los daños asociados con la exposición a ruido?

Sí: _____ No: _____.

12. ¿Conoce usted la función del equipo de protección auditiva (EPA) que proporciona la empresa?

Sí: _____ No: _____.

13. ¿Sabe usted como se utiliza correctamente el EPA?

Sí: _____ No: _____.

14. ¿Conoce usted sobre los cuidados que debe tener con el EPA?

Sí: _____ No: _____.

15. ¿Ha recibido información sobre el mantenimiento del EPA?

Sí: _____ No: _____.

16. ¿Conoce usted sobre las ventajas y desventajas del EPA?

Sí: _____ No: _____.

17. ¿Sabe usted en qué momento se debe cambiar el EPA?

Sí: _____ No: _____.

18. ¿Sabe usted que es una prueba audiométrica?

Sí: _____ No: _____.

19. ¿Se ha realizado alguna prueba audiométrica en algún momento?

Sí: _____ No: _____.

(Si su respuesta es Sí pase a la siguiente pregunta, si su respuesta es No pase a la pregunta 22)

20. ¿Pudo saber acerca de los resultados de la prueba audiométrica realizada?

21. Sí: _____ No: _____.

22. ¿Recibió usted capacitaciones sobre el tema de ruido al ingresar a la empresa?

Sí: _____ No: _____.

23. ¿Ha recibido capacitaciones en el tema de ruido durante su periodo en la empresa?

Sí: _____ No: _____.

24. ¿Conoce usted acerca de la política de seguridad que la empresa posee?

Sí: _____ No: _____.

25. ¿Conoces algunos de los métodos de reducción de ruido siguientes?

Métodos de reducción de ruido	Sí	No
Aislamiento de máquinas ruidosas		
Mantenimiento periódico de las máquinas		
Evaluaciones periódicas de ruido		
Establecer tiempos máximos de exposición		
Modificaciones sobre las máquinas ruidosas		

Fuente: Adaptación propia basada en la entrevista de necesidad de capacitación aplicado en UNILEVER (Marín, 2013)

Apéndice 11. Entrevista estructurada al Ingeniero en Salud Ocupacional

	Realizado por:	Fecha:
		Hora de inicio:
	Entrevista al Ingeniero en Salud Ocupacional	Hora de finalización:

Persona _____ entrevistada:

Puesto _____ que _____ desempeña:

1. ¿Tiene usted conocimiento de los valores por donde oscilan los NPS presentes en la planta de proceso de productos laminados?

Sí: _____ No: _____

¿Cuáles son estos niveles? (Aproximadamente)

2. ¿Se realizan mediciones de ruido para conocer la distribución de los niveles de presión sonora en el área de proceso de laminado?

Sí: _____ No: _____

¿Con que frecuencia se realizan?

3. ¿Se realizan nuevamente mediciones de ruido al presentar un cambio en las operaciones o en el equipo que puede ocasionar aumentos de la exposición al ruido?

Sí: _____ No: _____

Detalle:

4. ¿Se han realizado mediciones a las máquinas que se cree que exceden un promedio ponderado de ocho horas de 85 dB (A) para determinar los niveles de presión sonora?

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuál es la frecuencia con la que se realizan este tipo de mediciones, que beneficio aportaron?

5. ¿Se han realizado dosimetrías personales del ruido en las personas expuestas para determinar sus promedios ponderados de 8 horas?

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuál es la frecuencia con la que se realizan estos estudios, que beneficio aportaron?

6. ¿Se informa a los trabajadores sobre los resultados obtenidos de las diferentes mediciones de ruido?

Sí: _____ No: _____

Detalle:

7. ¿Se han implementado medidas de control viables ingenieriles o administrativos para reducir el nivel de presión sonora en ésta área?

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es afirmativa, mencione cuales son éstas medidas: _____

8. ¿Han funcionado satisfactoriamente las medidas de control administrativas implementadas?

Sí: _____ No: _____ NA _____

¿Qué beneficio aportaron?

9. ¿Han funcionado satisfactoriamente las medidas de control ingenieriles implementadas?

Sí: _____ No: _____ NA _____

¿Qué beneficio aportaron?

10. ¿Se ofrecen equipo de protección auditiva para todos los trabajadores expuesta a ruido?

Sí: _____ No: _____

¿Qué tipo de protectores se ofrecen?

¿Su uso es obligatorio u opcional?

11. ¿Se realizan evaluaciones de los protectores auditivos para verificar que reducen eficazmente el ruido a niveles por debajo de los 85 dB (A) para un promedio ponderado de ocho horas?

Sí: _____ No: _____

12. ¿Se consulta con los trabajadores sobre el uso de los protectores auditivos, para conocer acerca de molestias con respecto al uso de éstos?

Sí: _____ No: _____

13. ¿Se proporciona un programa de capacitación que abarque los efectos del ruido en la audición, el propósito de la protección auditiva y cómo se usa, y el objetivo de las pruebas audiométricas, entre otros?

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es afirmativa, ¿Con que frecuencia se realizan estas capacitaciones?
¿Cuáles son los temas a tratar en ellas?

14. ¿Todos los trabajadores expuestos a 85 dB (A) o más reciben capacitación en el tema de conservación auditiva al comenzar el trabajo y anualmente?

Sí: _____ No: _____

Fuente: Adaptación propia de la entrevista al encargado de Salud Ocupacional realizado en Pedregal Belén (Valverde, 2013)

Apéndice 12. Entrevista estructurada al Médico de empresa

	Realizado por:	Fecha:
	Entrevista al médico de empresa	Hora de inicio:
		Hora de finalización:

Persona _____ entrevistada:

Puesto _____ que _____ desempeña:

1. ¿Ha presentado casos de molestias o síntomas relacionados con la exposición al ruido por parte de los trabajadores?

Sí: _____ No: _____

¿Cuáles?

2. ¿Se realizan pruebas audiométricas anuales y de referencia gratuitas a los trabajadores?

Sí: _____ No: _____

Si su respuesta es afirmativa, ¿Se mantienen los registros de las pruebas de audición, y durante cuánto tiempo?

3. ¿Se informa a los trabajadores sobre los resultados obtenidos en las pruebas audiométricas?

Sí: _____ No: _____

¿Se toma alguna medida en caso de que presente pérdida auditiva?

–

4. ¿Se utiliza un equipo de prueba calibrado adecuadamente?

Sí: _____ No: _____

5. ¿Las pruebas audiométricas son realizadas por personal calificado y certificado?

Sí: _____ No: _____

6. ¿Existen o han existido casos de pérdida auditiva en los trabajadores de planta?

Sí: _____ No: _____

¿Cuántos? ¿Qué puestos desempeñan?

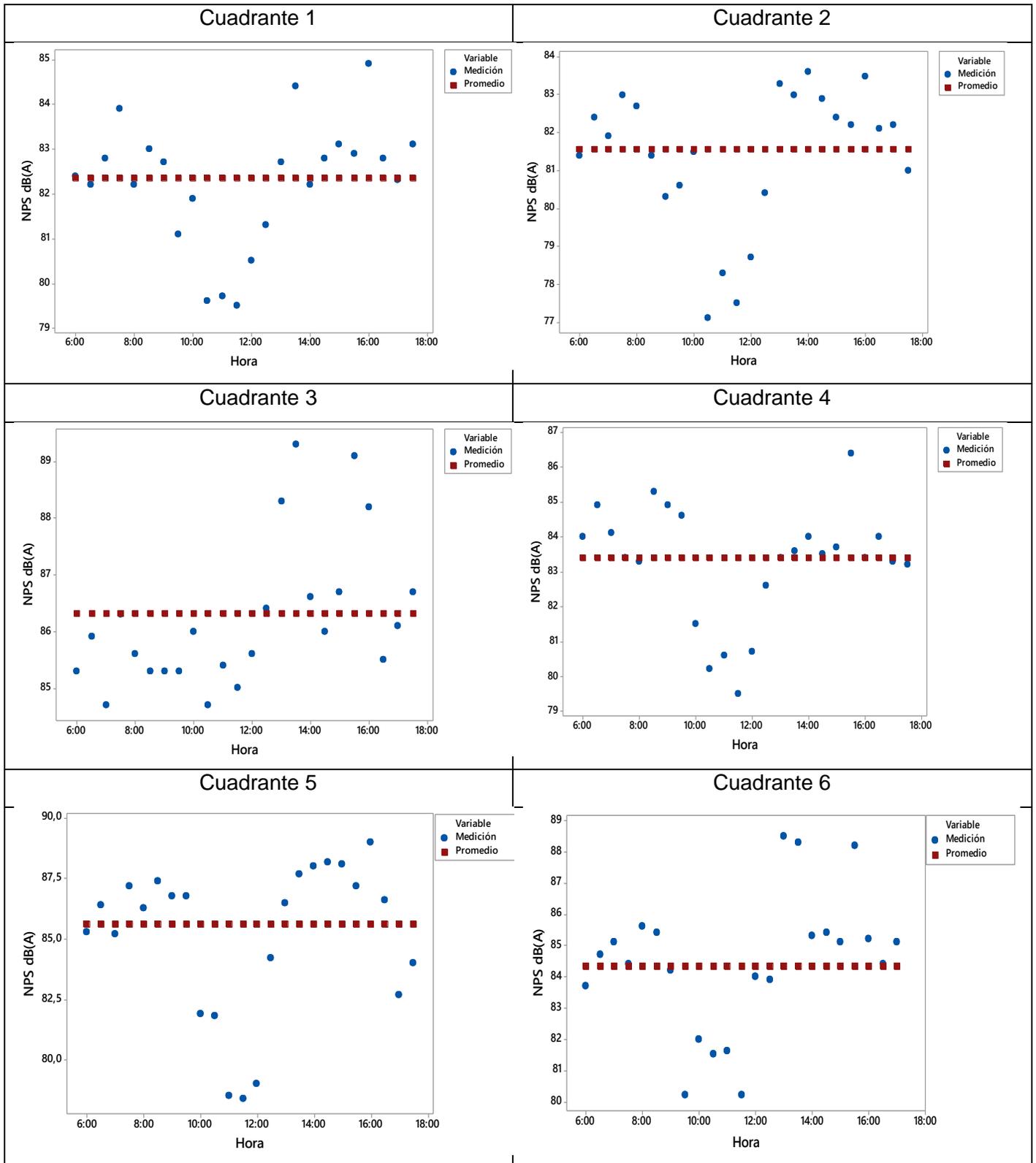
–

Fuente: Adaptación propia de la entrevista al médico de empresa realizado en Pedregal Belén
(Valverde, 2013)

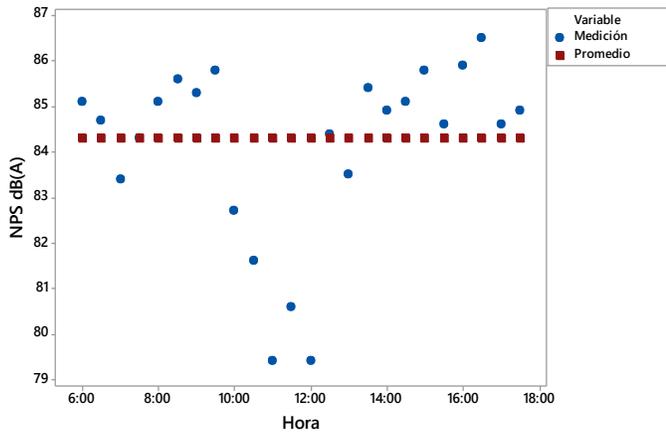
Apéndice 13. Resultados de los NPS en dB(A) a partir del mapa de ruido

Cuadrante	NPS			
	Min	Max	Leq	Desviación estándar
1	79,5	84,9	82,35	1,39
2	77,1	83,5	81,57	1,86
3	84,7	89,3	86,32	1,29
4	79,5	86,4	83,40	1,68
5	78,4	88,2	85,62	3,17
6	80,2	88,5	84,34	2,25
7	79,4	86,5	84,31	1,99
8	80,2	85,4	83,82	1,57
9	80,5	86,7	84,85	2
10	80,4	86,4	84,90	1,42
11	77,4	86,8	84,33	2,65
12	77	85,7	83,79	2,63
13	75	87,9	85,86	4,29
14	75,9	88,1	85,47	3,99
15	74,1	87,5	85,31	4,56
16	75,4	88,9	86,03	4,75
17	72,1	91,1	86,52	5,34
18	73,8	88,6	86,17	4,55
19	74,9	89,7	87,06	5,05
22	74,1	91,6	88,36	5,39
23	72,3	91,4	87,78	5,5
24	73	87,9	84,01	3,35
27	74,7	89,1	85,73	4,70
28	76,5	93,8	88,92	5,82
29	77,2	95,8	89,33	5,72
30	72,3	90,3	85,34	4,91
31	74,9	93,1	88,45	5,36
32	76,2	96,4	90,28	5,91
33	76,6	96,1	89,81	5,74
34	75	93,5	88,85	5,7
35	72,8	91,9	87,02	5,32

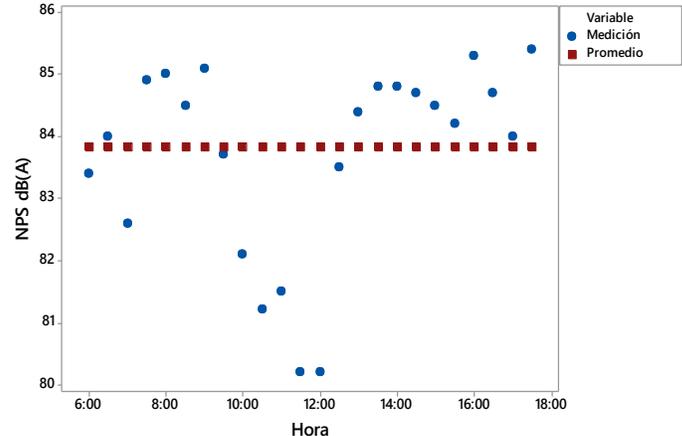
Apéndice 14. Distribución de los NPS respecto a su promedio en función de la hora de medición para cada cuadrante



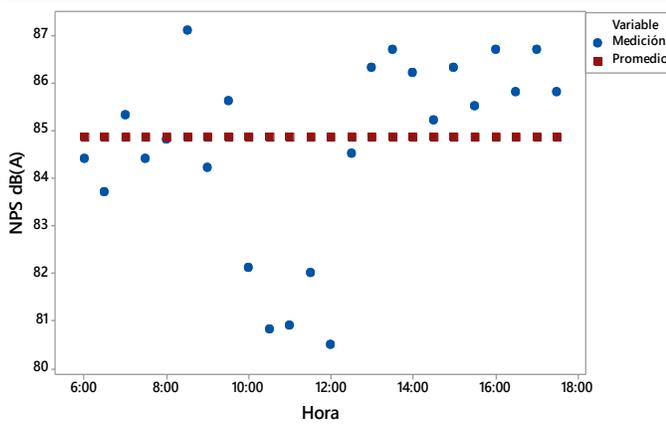
Cuadrante 7



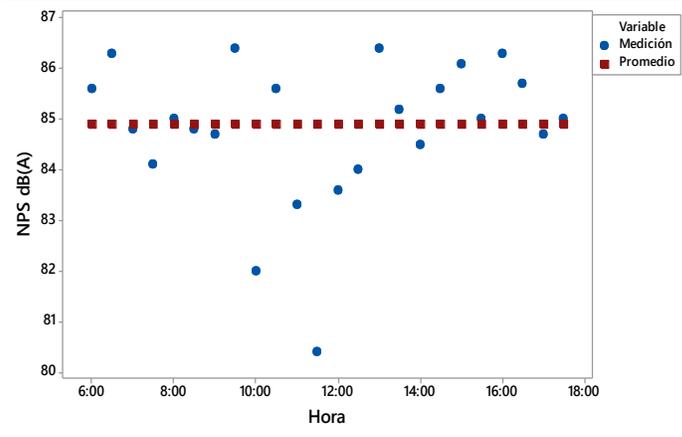
Cuadrante 8



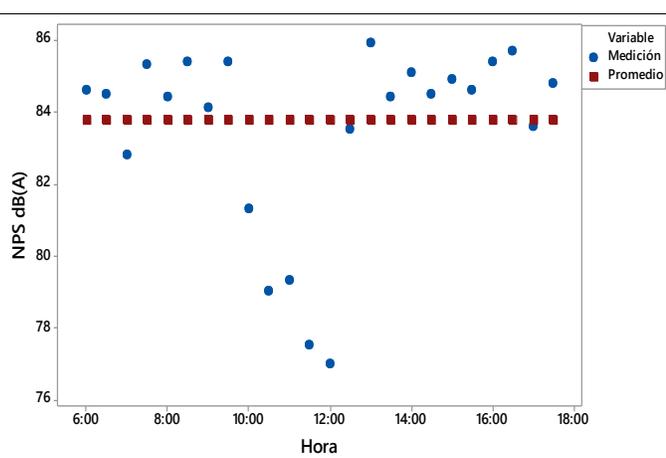
Cuadrante 9



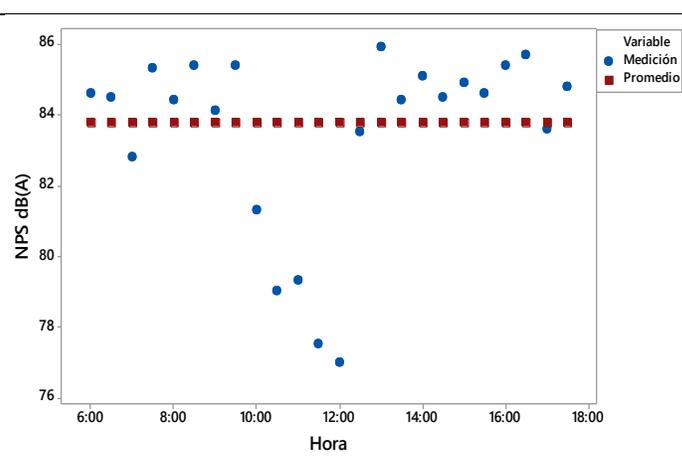
Cuadrante 10



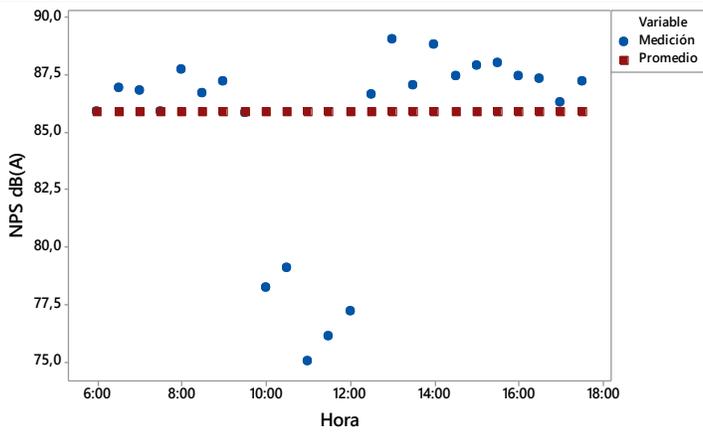
Cuadrante 11



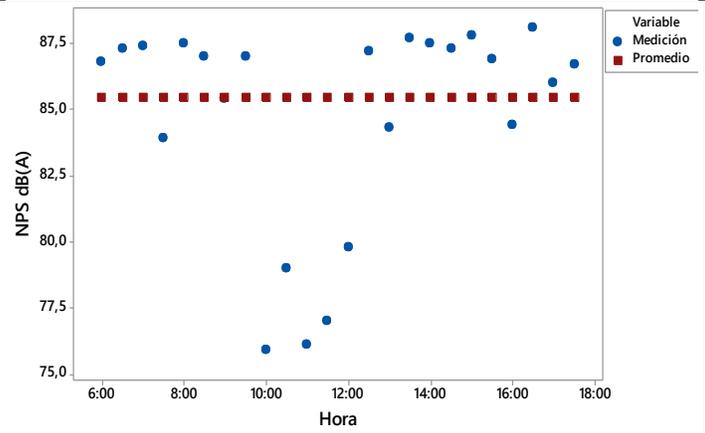
Cuadrante 12



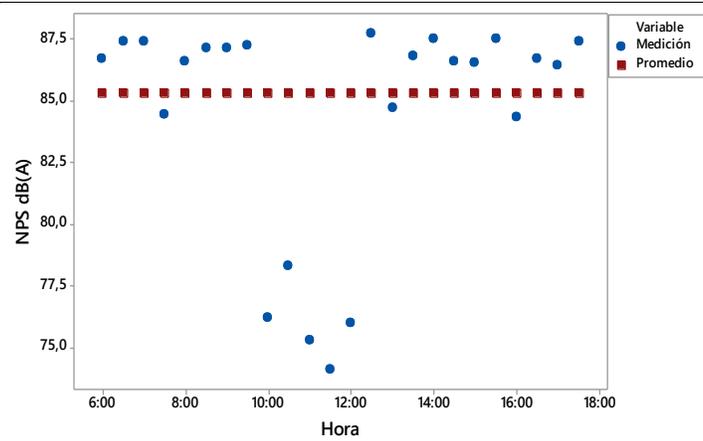
Cuadrante 13



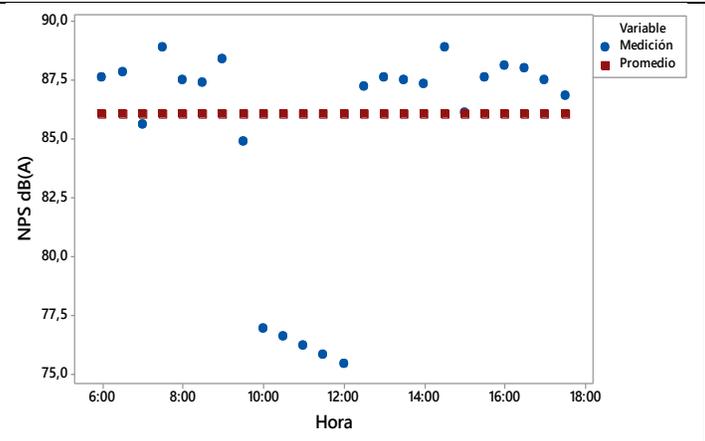
Cuadrante 14



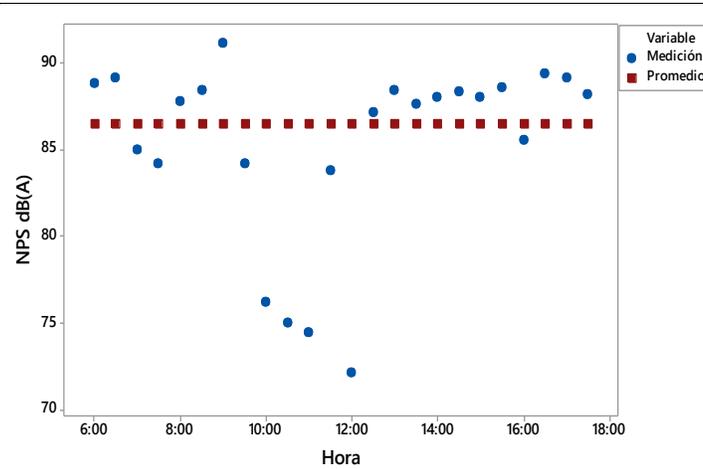
Cuadrante 15



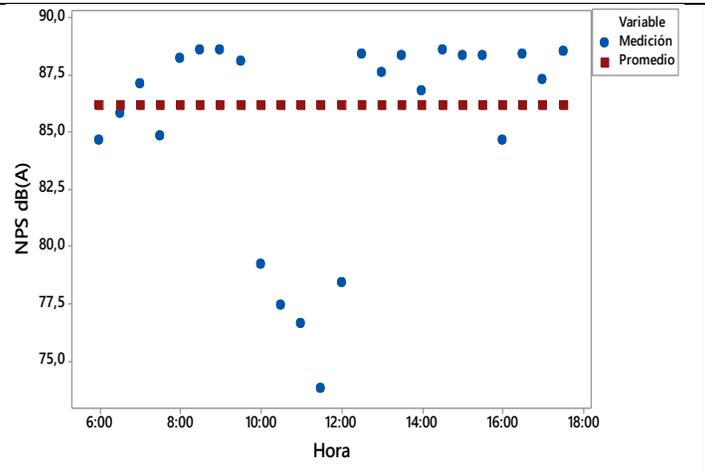
Cuadrante 16



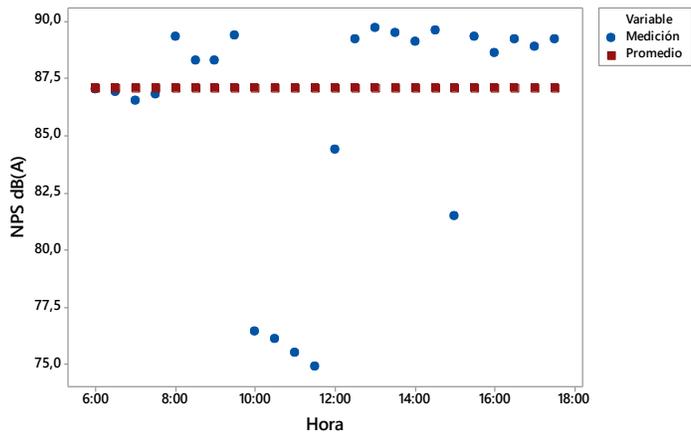
Cuadrante 17



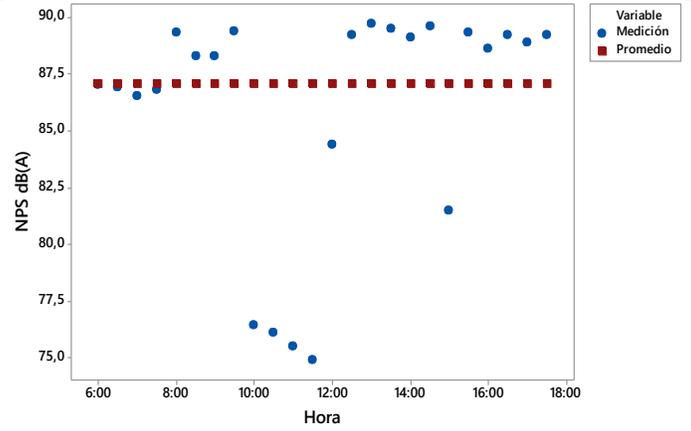
Cuadrante 18



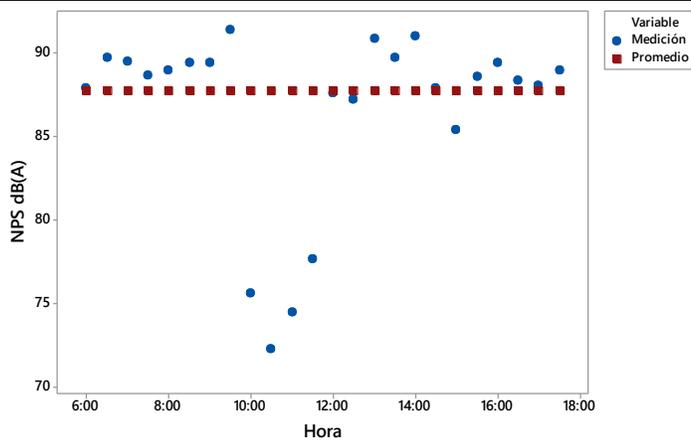
Cuadrante 19



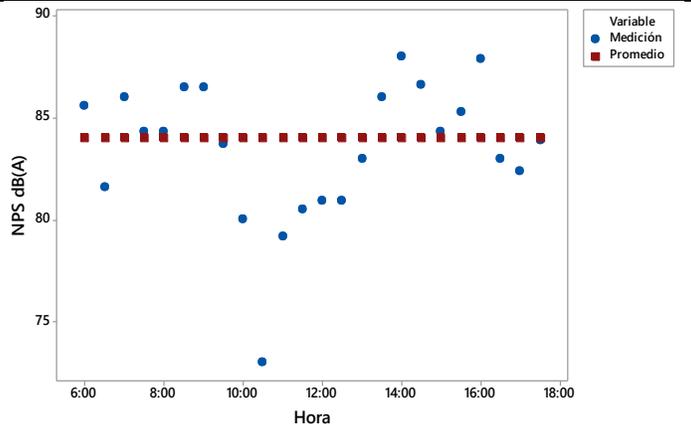
Cuadrante 22



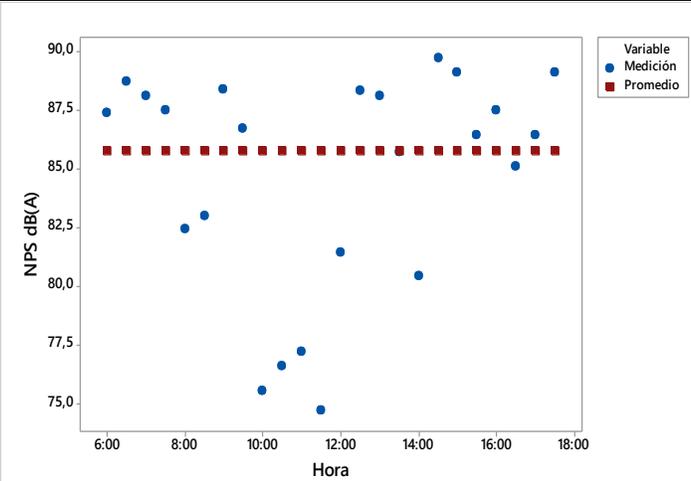
Cuadrante 23



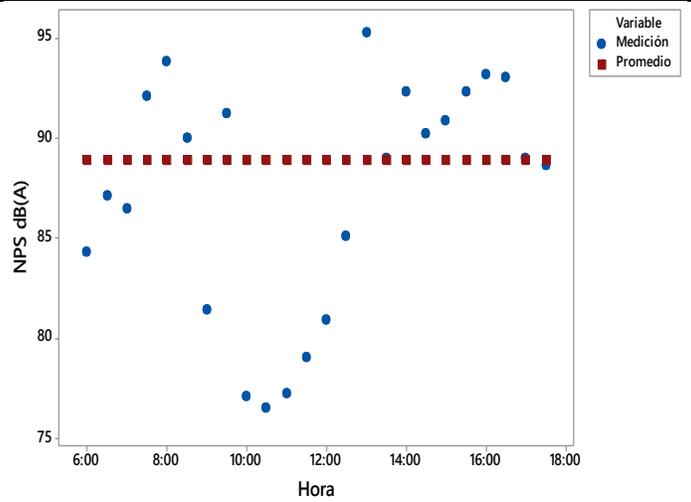
Cuadrante 24

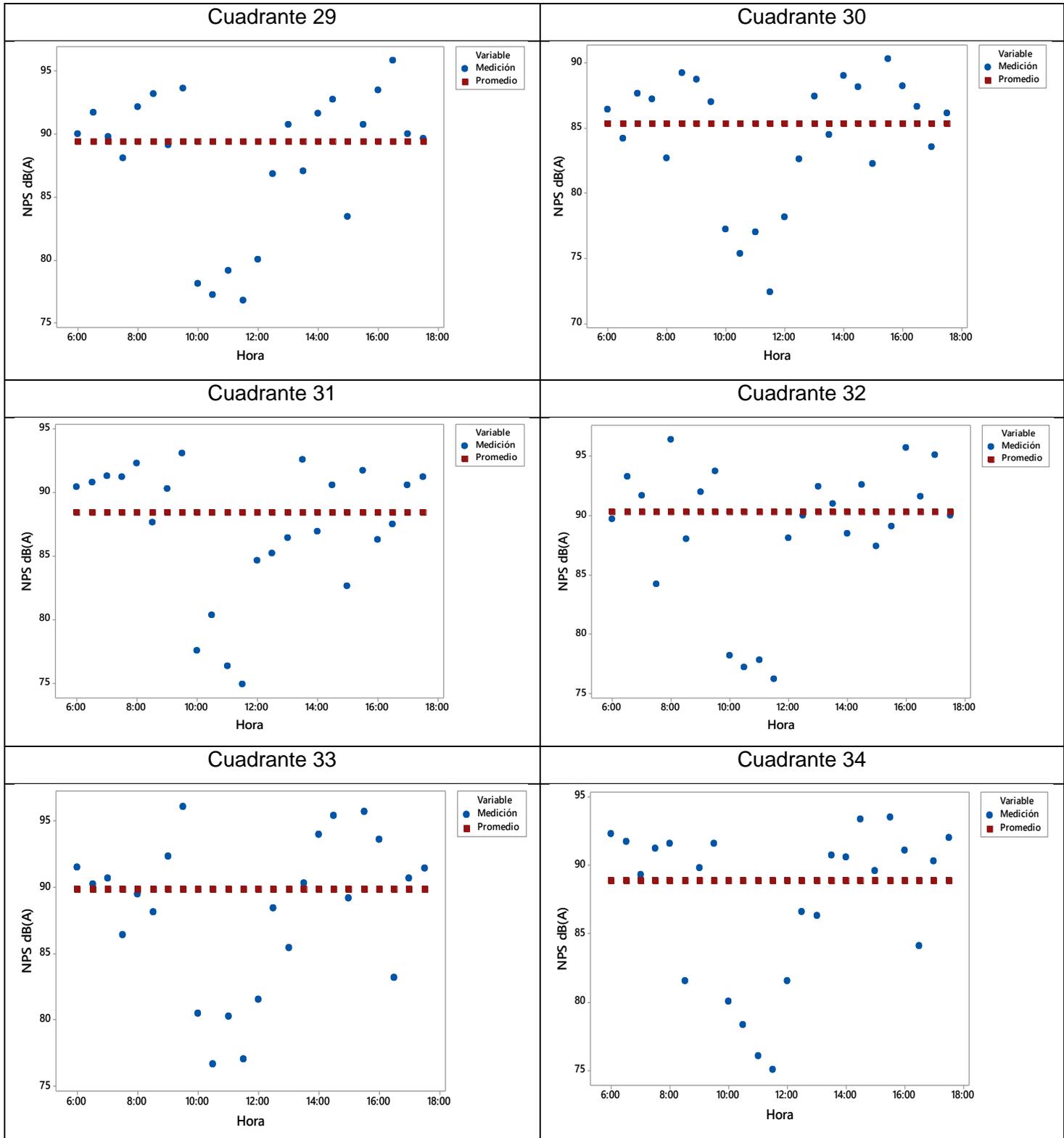


Cuadrante 27

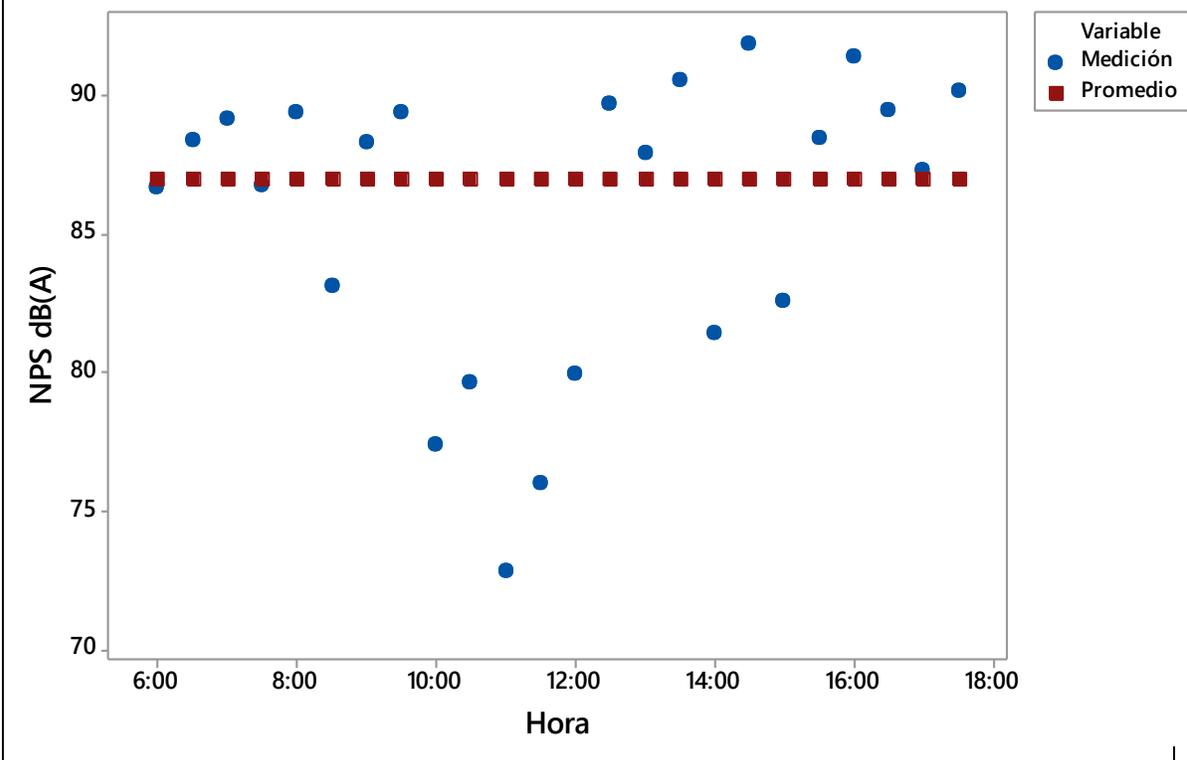


Cuadrante 28





Cuadrante 35



Apéndice 15. Resultados de NPS en dB(A) a partir del estudio aleatorio por áreas.

Cuadrante	NPS			
	Min	Max	Leq	Desviación estándar
4	74,1	82,3	77,74	2,79
6	75,9	80,5	77,83	1,75
21	76,1	83,3	80,54	2,47
35	73,5	81,3	78,17	3,11
41	75,6	81,2	79,69	1,99
42	80,9	84	82,60	1,42
49	79,3	81,6	80,72	0,89
50	79,1	82,4	80,43	1,10
53	77,9	86	81,21	2,86
61	80,4	81,6	75,03	0,60
67	77,6	82,4	80,89	1,86
82	79,1	89,4	85,04	4,02
94	80	82,6	80,98	1,14
98	80,5	89,6	83,73	3,67
115	79,4	86	82,67	2,33
118	78,9	83,3	81,96	1,69
119	80,1	89,2	84,15	3,31
123	72,3	82,3	78,95	3,80
128	8,1	84,3	81,85	30,75
133	82,6	91,6	86,71	3,23
138	80,6	89,2	86,81	3,12
154	81,2	84,3	83,12	1,09
157	79,1	83,9	81,59	1,81
174	81,1	95	88,00	5,25
179	79,9	81,7	80,76	0,69
185	79,9	88,2	83,68	3,56
188	80	86,5	83,02	2,25
194	82,6	87,2	85,08	1,92
197	84,2	89,3	86,56	1,69
198	85,3	89,7	87,14	1,71
206	79,8	86	82,54	2,03
212	79,1	86,6	82,28	3,01
213	76,3	84,9	80,78	2,92
214	76,2	92,6	85,34	6,27
216	78,9	89,6	84,19	4,23
218	79,6	87,4	83,36	3,00
223	85,5	90,9	88,07	2,05
233	81	91,7	85,50	4,14

244	80,3	86	83,56	2,27
248	85	90	87,58	1,86
254	84	89,2	86,17	1,81
264	79,4	87,5	85,11	3,37
266	77,3	87,6	84,41	3,50
269	80,9	92	85,10	4,01
271	82,8	85,1	84,06	0,90
273	80,3	85,3	83,50	1,80
274	81,9	90,1	84,82	2,97
277	84,7	87,6	85,90	1,20
283	88,1	95,6	91,43	3,04
285	84,1	88,6	87,06	1,89
287	82,6	91,3	87,44	3,19
300	82,3	86,3	84,54	1,71
302	83,6	87,4	85,00	1,43
308	84,6	87	85,67	1,07
313	85,8	93,1	89,65	2,96
315	84,4	91	88,90	2,52
316	80,8	88,8	86,89	3,15
320	79,1	92	86,08	4,59
322	78	88,9	83,92	3,77
328	86,7	92,4	89,16	2,13
330	87,8	92	89,83	1,64
332	87,2	93,1	90,13	2,12
336	79,2	84,7	82,95	2,10
338	78,8	89	85,48	3,40
340	82,7	91	86,55	2,99
346	86,7	91,5	89,60	1,88
355	86,6	91	89,18	1,55
359	87,2	89,2	88,40	0,67
370	87,5	92,2	90,09	1,88
373	87,8	92,7	89,82	1,83
377	81,6	87,8	85,28	2,39
379	80,9	89,7	84,82	3,27
380	85,1	87,4	80,23	1,15
387	72,2	91,2	87,83	7,01
388	85,4	90,1	88,48	1,85
393	84,6	87,3	86,15	1,00
394	84,8	87,8	86,07	1,09
400	85,4	90,1	87,61	1,81
412	87,2	88,1	87,72	0,32

413	87	88,6	87,82	0,60
426	87,4	88,4	87,96	0,36
440	88,4	89,1	88,74	0,24
456	88,5	89,3	88,87	0,30
457	87,9	89,1	88,64	0,44
483	87	87,7	87,34	0,27
485	86,5	88,1	87,30	0,59
499	87,3	88,1	87,69	0,31
500	88,1	89,5	88,63	0,54
509	87	87,6	87,29	0,20
528	87,2	88,1	87,74	0,32
539	86	87,5	86,73	0,53
554	85,8	87	86,29	0,47
560	75,5	79,8	78,25	1,88
561	75,5	79,8	78,12	1,97
565	85,9	88,4	87,06	0,99
568	84,2	86,3	85,35	0,85
570	84,1	89,3	86,79	2,15
579	84,6	89,3	86,72	2,13
581	82,9	86,1	84,53	1,53
584	84,5	85,4	84,94	0,33
593	83,6	86,1	84,82	1,07
594	83,2	86	84,76	1,08
595	82,7	86,2	84,35	1,54
596	82,9	86,6	84,67	1,68
598	83,3	87,7	85,13	1,83
610	82,4	85	83,75	1,18
612	82,6	85,9	84,20	1,48
616	81,9	84,3	83,17	1,10
623	83,1	88	85,10	1,91
626	83,5	86,9	84,91	1,28
641	83,8	85,3	84,73	0,58
647	82,4	84,8	83,69	1,11
649	85,2	88,2	86,74	1,20
650	83,1	86,3	84,60	1,33
657	81,6	84	82,93	1,04
658	83,8	85,3	84,53	0,53
662	85,1	86,8	86,05	0,67
666	82,7	84,1	83,16	0,49
667	82,8	83,3	83,05	0,16
669	93,9	94,6	94,27	0,23

671	83,5	85,3	84,54	0,67
673	83,2	84,6	84,11	0,49
674	83,1	84,4	83,74	0,45
695	79	81,6	80,32	1,09
702	82,5	86,7	83,95	1,50
710	83,8	88,2	85,33	1,59
711	81,9	89,3	85,62	3,34
714	83,7	85,6	84,37	0,68
716	80,9	82,8	81,98	0,77
718	78,2	82	80,34	1,72
723	79,6	81,8	80,85	0,82
725	77,9	80,4	79,35	1,20
744	79,9	81,2	80,43	0,51
772	77,4	81,5	79,43	1,95
775	77	78,2	77,55	0,50
779	78,4	84,7	81,99	3,22
781	79,7	80,4	80,02	0,23
797	80,1	82	80,91	0,74
802	78	78,4	78,25	0,14
803	79	79,4	79,17	0,14
810	80	81,7	80,99	0,73
824	80	82,1	80,70	0,85
835	80	81,6	80,77	0,64
850	80,4	84,4	82,09	1,56
855	79,4	79,7	79,58	0,12
861	80,9	82,1	81,34	0,46
890	79,4	81,5	80,40	0,88
893	80,1	83	81,97	1,03
898	78,6	80,3	79,44	0,74
900	78,4	79,7	78,84	0,49
901	78,2	79,2	78,84	0,43
902	78,7	80,9	79,81	0,98
904	78,3	80,3	79,51	0,69
905	78,1	81,4	79,85	1,67
908	77,9	79,6	78,63	0,60

Apéndice 16. NPS obtenidos en cada punto de medición para el análisis puntual de fuente

Fuente: Motor del horno

Punto de medición	NPS dB(A)	Observación
1	92,5	Lado adyacente al horno
2	92,8	
3	92,1	
4	92,8	
5	92,2	
6	-	máquinas obstaculizan
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	-	máquinas obstaculizan
11	-	máquinas obstaculizan
12	-	máquinas obstaculizan
13	99,2	Punto crítico
14	96,3	
15	94,1	
16	94,8	
17	92,3	
18	91,3	
19	91,2	
20	90,4	
21	88,7	
22	91,8	
23	93	
24	88,1	

Fuente: Desbaste

Punto de medición	NPS dB(A)	Observación
1	87,9	Ubicado frente de la zona de desbaste
2	89,4	
3	88	
4	89,2	
5	7,9	
6	88,7	
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	-	máquinas obstaculizan
11	-	máquinas obstaculizan
12	-	máquinas obstaculizan
13	90,2	Punto crítico
14	89,1	
15	89,5	
16	88,4	
17	89,1	
18	88,5	
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	88,8	
23	88,8	
24	89,5	

Fuente: trenes intermedios sección 1

Punto de medición	NPS dB(A)	Observaciones
1	89,2	Ubicado en el frente de laminación
2	88,7	
3	88,2	
4	88,8	
5	88,1	
6	88,6	
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	88,4	
11	87,9	
12	88,4	
13	88,8	
14	89,2	
15	89	
16	88,7	
17	88,7	
18	89,5	
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	88,9	
23	88,5	
24	89,6	Punto crítico

Fuente: trenes intermedios sección 2

Punto de medición	NPS dB(A)	Observaciones
1	87,1	Ubicado en el frente de laminación
2	86,6	
3	87,4	
4	86,1	
5	87,4	
6	86,7	
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	86,6	
11	88,2	
12	87,4	
13	90,4	Punto crítico
14	90	
15	89,3	
16	88,4	
17	88,8	
18	88,3	
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	88,5	
23	88,6	
24	88,2	

Fuente: Acabador

Punto de medición	NPS dB(A)	Observaciones
1	88,8	Ubicado en el frente a la sección del acabador
2	88,3	
3	87,6	
4	88,7	
5	88,2	
6	88,4	
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	89,2	
11	89,6	Punto crítico
12	89	
13	89	
14	88,9	
15	88,5	
16	-	máquinas obstaculizan
17	-	máquinas obstaculizan
18	-	máquinas obstaculizan
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	89,3	
23	88,8	
24	88,5	

Fuente: Mesa de enfriamiento empaquetado

Punto de medición	NPS dB(A)	Observaciones
1	92,6	Ubicado frente al pasillo hacia evacuación
2	90,5	
3	91,6	
4	92,6	
5	93,3	
6	92,8	
7	92,2	
8	89,8	
9	91,3	
10	89,3	
11	90,1	
12	91,2	
13	90,7	
14	91,1	
15	87,2	
16	88,8	
17	90,7	
18	91	
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	95	Punto crítico
23	94,3	
24	93,8	

Fuente: Enderezadora y corte en frío

Punto de medición	NPS dB(A)	Observaciones
1	98,4	Ubicado en el frente de corte en frío
2	96,8	
3	94,9	
4	94	
5	94,1	
6	93,1	
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	-	máquinas obstaculizan
11	-	máquinas obstaculizan
12	-	máquinas obstaculizan
13	98,8	Punto crítico
14	98,5	
15	95,1	
16	-	máquinas obstaculizan
17	-	máquinas obstaculizan
18	-	máquinas obstaculizan
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	96	
23	96,5	
24	-	máquinas obstaculizan

Fuente: Transporte de rodillos adyacente a la mesa de enfriamiento

Punto de medición	NPS dB(A)	Observaciones
1	93,5	Ubicado junto al panel eléctrico, detrás de evacuación
2	92,4	
3	92,6	
4	92,3	
5	92,2	
6	92,8	
7	-	máquinas obstaculizan
8	-	máquinas obstaculizan
9	-	máquinas obstaculizan
10	-	máquinas obstaculizan
11	93,8	Punto crítico
12	92,6	
13	92,1	
14	92,9	
15	92,6	
16	-	máquinas obstaculizan
17	-	máquinas obstaculizan
18	-	máquinas obstaculizan
19	-	máquinas obstaculizan
20	-	máquinas obstaculizan
21	-	máquinas obstaculizan
22	92	
23	91,9	
24	91,4	

Apéndice 17. Evaluación de equipos de protección auditiva brindados por la empresa

Tapones auditivos sector de evacuación

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I- Nivel Presión Acústica dB	84.71	85.11	85.43	85.67	88.53	93.08	90.54	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	68.71	76.11	82.43	85.67	89.53	94.08	89.54	96.94
IV- Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	27.5	26.5	27.6	28.1	32.5	42.1	42.7	
V- Desviación estándar (x 2)	18	19.6	21.4	17.6	13	15.6	15.8	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB - (I-IV más V)	75.21	78.21	79.23	75.17	69.03	66.58	63.64	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	59.21	69.21	76.23	75.17	70.03	67.58	62.64	80.07
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	16.87

Tapones auditivos sector de laminación

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I- Nivel Presión Acústica dB	81,37	87,31	87,56	86,40	81,97	78,06	72,87	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	65,4	78,3	84,6	86,4	83,0	79,1	71,9	90,36
IV-Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	27.5	26.5	27.6	28.1	32.5	42.1	42.7	
V- Desviación estándar (x 2)	18	19.6	21.4	17.6	13	15.6	15.8	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB (I-IV más V)	71,87	80,41	81,36	75,90	62,47	51,56	45,97	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	55,87	71,41	78,36	75,90	63,47	52,56	44,97	80,94
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	9,43

Tapones auditivos sector del horno

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I- Nivel Presión Acústica dB	85.1	85.8	83.2	80	78.2	75,5	71.2	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	69.1	76.8	80.2	80	79.2	76.6	71.1	86.01
IV-Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	27.5	26.5	27.6	28.1	32.5	42.1	42.7	
V- Desviación estándar (x 2)	18	19.6	21.4	17.6	13	15.6	15.8	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB - (I-IV más V)	75.6	78.9	77	69.5	58.7	49	44.3	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	59.6	70.9	74	69.5	59.7	50	43.3	76.84
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	9.17

Orejeras sector de evacuación

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I- Nivel Presión Acústica dB	84,71	85,11	85,43	85,67	88,53	93,08	90,54	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	68,71	76,11	82,43	85,67	89,53	94,08	89,54	96,94
IV-Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	20,1	17,1	24,5	34,8	40,2	39,6	46,7	
V- Desviación estándar (x 2)	6,6	4,6	5,6	4,4	4	3,6	8,4	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB (I-IV más V)	71,21	72,61	66,53	55,27	52,33	57,08	52,24	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	55,21	63,61	63,53	55,27	53,33	58,08	51,24	67,93
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	29,01

Orejeras sector de laminación

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I- Nivel Presión Acústica dB	81,37	87,31	87,56	86,4	81,97	78,06	72,87	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	65,4	78,3	84,6	86,4	83	79,1	71,9	90,36
IV-Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	20,1	17,1	24,5	34,8	40,2	39,6	46,7	
V- Desviación estándar (x 2)	6,6	4,6	5,6	4,4	4	3,6	8,4	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB (I-IV más V)	67,9	74,8	68,7	56,0	45,8	42,1	34,6	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	51,9	65,8	65,7	56,0	46,8	43,1	33,6	69,09
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	21,27

Orejeras sector del horno

Frecuencia en bandas de octava (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I- Nivel Presión Acústica dB	85.1	85.8	83.2	80	78.2	75,5	71.2	
II- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
III- Nivel recibido en dB(A) (I-II)	69.1	76.8	80.2	80	79.2	76.6	71.1	86.01
IV-Valor promedio atenuación del protector auditivo en dB	20,1	17,1	24,5	34,8	40,2	39,6	46,7	
V- Desviación estándar (x 2)	6,6	4,6	5,6	4,4	4	3,6	8,4	
VI- Nivel recibido con protector debidamente colocado en dB - (I-IV más V)	71,6	73,3	64,3	49,6	42	39,5	32,9	
VII- Ponderación de ajuste	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
VIII- Nivel de presión acústica protegido en dB(A) (VI- VII)	55,6	64,3	61,3	49,6	43	40,5	31,9	66,56
IX- Reducción calculada dB(A)	X	X	X	X	X	X	X	19,45