



**FACULTA DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE
INSONORIZACIÓN IMPLEMENTADAS Y SU IMPACTO EN EL
ENTORNO COMUNITARIO Y LABORAL DE LA PLANTA DE
FABRICACIÓN DE CILINDROS DE GLP DE LA EMPRESA
TECNOESA, UBICADA AL SUR DE LA CIUDAD DE QUITO”**

Autor

CAMILA JULIANA CAMPAÑA OTERO

Director del proyecto

M.Sc. ESTEBAN CARRERA

Como requisitos para la obtención del título de:

INGENIERA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, julio del 2019

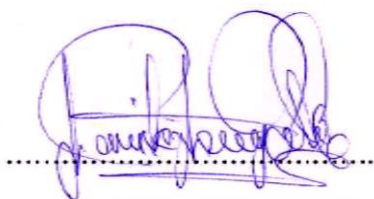
DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTOR

Yo, **CAMILA JULIANA CAMPAÑA OTERO**, con cédula de identidad **1724866008-0**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para obtener algún grado académico o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

Es todo cuando puedo decir en honor a la verdad

Atentamente,



Camila Juliana Campaña Otero

1724866008-0

DECLARACIÓN FIRMADA DIRECTOR Y LECTORES

El presente trabajo de investigación titulado:

“EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE INSONORIZACIÓN IMPLEMENTADAS Y SU IMPACTO EN EL ENTORNO COMUNITARIO Y LABORAL DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE CILINDROS DE GLP DE LA EMPRESA TECNOESA, UBICADA AL SUR DE LA CIUDAD DE QUITO”

Realizado por:

CAMILA JULIANA CAMPAÑA OTERO

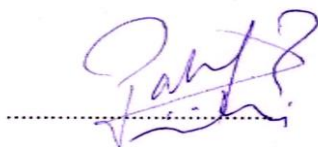
Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

M.Sc. PABLO DÁVILA

Quien considere que constituye un trabajo original de su autoría



M.Sc. Pablo Dávila

DIRECTOR

DECLARATORIA DOCENTES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

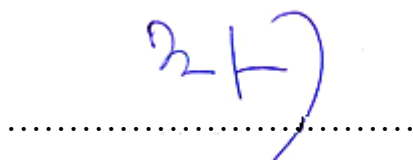
M.Sc. ESTEBAN CARRERA

M.Sc. OSWALDO JARA

Después de revisar el trabajo presentado, lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.



M.Sc. ESTEBAN CARRERA



M.Sc. OSWALDO JARA

Quito, julio del 2019

DEDICATORIA

Sin duda alguna este trabajo de titulación dedico a mi padre quién siempre se sacrificó por sacar adelante a su familia, quien con sus sabios consejos, su amor y ejemplo supo guiarnos por buen camino, luchando siempre por ver crecer a sus hijos profesional y personalmente.

Papi Rami ya no estas junto a mí pero tu sacrificio vez reflejado en cada uno de nosotros tus hijos, fuiste el mejor padre te amo papi Rami.

A ti madre mía que con tu gran amor has luchado y luchar por tener una familia unida, eres una guerrera una mujer que lucha día a día por salir adelante, eres un ejemplo de mujer te amo mamita Cleo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida inigualable que me ha dado.

A ti papito Rami, por ser el gran hombre que fuiste, por sacrificarte día a día para sacar adelante a tu familia, por ser mi guía, por ser aquella persona que incondicionalmente estuvo a mi lado, dejaste a un lado tantas cosas en tu vida por educar a tus hijos, fuiste un maravilloso ser, inigualable gracias papá te amo y te amaré por siempre. Sé que desde el cielo te sentirás orgulloso de lo que siempre querías, verme como ingeniera.

Mamita Cleo, por estar pendiente de mí y todos tus hijos, por ser una guerrera un ejemplo de mujer y madre, ahora solo estás tú quién pide a Dios y a mi papito fuerzas para salir adelante con todos nosotros tus hijos.

Mis hermanos, mis cuñados y cuñadas, mi enamorado por estar conmigo en los buenos y malos momentos.

A la empresa Eni Ecuador por abrirme las puertas para poder desarrollar mi proyecto de titulación en especial al Dr. Fabián Urbina quién me ha brindado conocimientos y experiencias en el área de seguridad, salud y ambiente, sin dejar a un lado al equipo de trabajo HSE quiénes han aportado en el desarrollo de mi proyecto de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTOR.....	III
DECLARACIÓN FIRMADA DIRECTOR Y LECTORES	IV
DECLARATORIA DOCENTES INFORMANTES	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPITULO I	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1.2. PRONÓSTICO	2
1.1.1.3. CONTROL DEL PRONÓSTICO.....	3
1.1.2. OBJETIVO GENERAL	4
1.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.1.4. JUSTIFICACIÓN	4
1.2. MARCO TEÓRICO.....	5
1.2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA	7
1.2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA.....	7
1.2.3. HIPÓTESIS	12
1.2.4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES	12
CAPITULO II.....	13
2.1. TIPO DE ESTUDIO.....	13
2.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	13
2.3. MÉTODO.....	13
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	14
2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	14
CAPITULO III.....	18
3. LEVANTAMIENTO DE DATOS	18
3.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	18
3.1.1. RESULTADOS GLOBALES	19
3.1.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
CAPITULO IV.....	42
4.1 CONCLUSIONES	42

4.2 RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Prevención y control de ruido.....	10
Tabla N° 2 Niveles de ruido laboral permisible.....	15
Tabla N° 3: Niveles de exposición ruido de impacto.....	16
Tabla N° 4: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido	16
Tabla N° 5: Fuentes evaluadas para proyecto de insonorización.....	19
Tabla N° 6: Fachadas evaluadas para proyecto de insonorización	20
Tabla N° 7: Descripción de equipos utilizados en mediciones de insonorización.....	21
Tabla N° 8: Instrumentación para medición después de la insonorización.....	28
Tabla N° 9 Línea de corte antes y después de la insonorización	29
Tabla N° 10 Línea de corte antes y después de la insonorización	29
Tabla N° 11 Puerta línea de corte antes y después de la insonorización	30
Tabla N° 12 Conformación de producto	32
Tabla N° 13 Motor prensa 1y 2.....	33
Tabla N° 14 Análisis de mediciones de ruido laboral línea de corte	36
Tabla N° 15 Medición de ruido laboral embutición	37
Tabla N° 16 Resultados de monitoreo de ruido ambiental	38

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Comportamiento de las ondas planas	9
Figura N° 2 Comportamiento de las ondas esféricas	9
Figura N° 3: Modelo de ventanas - aislamiento acústico fachadas.....	25
Figura N° 4: Modelos de encierros acústicos prensas 1 y 2.....	26
Figura N° 5: Modelo de paneles de absorción acústica línea de corte	26

INDICE DE GRÁFICAS:

Gráfica 1: Niveles de ruido interno embutición antes de la insonorización.....	21
Gráfica 2: Niveles de ruido prensa 1.....	22
Gráfica 3: Niveles de ruido prensa 2.....	22
Gráfica 4: Niveles de ruido rodonadora.....	23
Gráfica 5: Niveles de ruido externo embutición	23
Gráfica 6: Niveles de ruido exterior línea de corte	23
Gráfica 7: Niveles de absorción sonora embutición y corte	24
Gráfica 8: Niveles de aislamiento acústico fachadas embutición y corte	25
Gráfica 9: Mediciones de ruido antes y después de la insonorización línea de corte	30
Gráfica 10: Niveles de ruido exterior antes y después de la insonorización línea de corte	31
Gráfica 11: Niveles de ruido interior línea de corte antes y después de la insonorización	31
Gráfica 12: Niveles de aislamiento acústico antes y después embutición	34
Gráfica 13: Niveles de ruido exterior antes y después embutición.....	34
Gráfica 14: Nivel de ruido prensa 1 antes y después de la insonorización	35
Gráfica 15: Nivel de ruido prensa 2 antes y después de la insonorización	35
Gráfica 16: Niveles de atenuación después de la insonorización.....	36
Gráfica 17: Resultados de ruido interno laboral línea de corte.....	39
Gráfica 18: Resultados de ruido interno laboral embutidoras 1 y 2.....	39
Gráfica 19: Resultados de mediciones ruido ambiental	40
Gráfica 20: Resultados de encuesta primera pregunta	40
Gráfica 21: Resultado de encuesta pregunta 2	41

RESUMEN

El presente proyecto de titulación trata del análisis de los resultados obtenidos de los medios de insonorización implementados en los motores de las prensas de embutición actuando en la fuente y mejoramiento de niveles de absorción de ruido en la fachada actuando con temas de ingeniería, este proyecto se presenta en la planta de fabricación de cilindros Tecnoesa, con el fin de disminuir los niveles de ruido tanto laboral como ambiental presente en la planta. Una vez que se implementó el proyecto de insonorización se realizó el análisis de los resultados de las mediciones realizadas antes y después de implementados los medios de insonorización, se realizó un análisis cuantitativo con los datos obtenidos, donde claramente se identificó la mejora y disminución de ruido generando mejora tanto en el ambiente laboral como comunitario. Por otro lado se realizó el análisis cualitativo por medio de encuestas que fueron realizadas a los trabajadores como a personas aledañas a la planta, en este punto de la misma manera la percepción de los entrevistados fue favorable debido a que si notaron el cambio generado por los medios de insonorización implementados. En general se demostró que el ruido es complicado disminuirlo en su totalidad, pero con diferentes tipos de estudios se lo puede llegar a disminuir considerablemente. No necesariamente se debe realizar proyectos en la fuente, hay varias maneras de controlarlo por medio de proyectos de ingenierías modificando infraestructura y fachadas de los lugares de trabajo. }

Palabras claves: insonorización, niveles de absorción, ruido, ambiente laboral, ambiente comunitario, disminución.

ABSTRACT

The present titling project is based on the analysis of the results of the means of the acoustic insulation means implemented in the engines of the presses of drawing in the source and the improvement of the levels of absorption of noise in the facade in the operation with engineering issues, this project is present in the manufacturing plant of Tecnoesa cylinders, in order to reduce noise levels both at work and the environment present in the plant. Once the soundproofing project was implemented, the analysis of the results of the results of the results of the results was performed. Generating improvement in both the work and community environment. On the other hand Qualitative analysis was performed. Through the surveys. The work was done. As people close to the plant, at this point in the same way, the perception of the interviewees was favorable. Soundproofing means implemented. In general it was shown that noise is complicated in its entirety, but with different types of studies. It is not necessarily necessary to carry out projects at the source, there are several ways to control through engineering projects by modifying the infrastructure and facades of the workplaces.

Keywords: acoustic insulation, absorption levels, noise, work environment, community environment, decrease.

CAPITULO I

La empresa Tecnoesa S.A se dedica a la fabricación de cilindros de acero para gas licuado de petróleo GLP de capacidad de 15 y 45 kg. Hasta el año 2018 Tecnoesa únicamente trabajó con jornada única de trabajo de 8 horas diarias; a partir del año 2019 debido a la demanda de consumidores surge la necesidad de incrementar la producción, es por ello que se genera una nueva jornada de trabajo quedando así en funcionamiento en la actualidad con dos jornadas de 8 horas diarias cada una.

La planta tiene un área total de 4071.24 metros cuadrados en donde se distribuyen en oficinas administrativas, planta de producción, talleres de mantenimiento, salón sindical, cocina y comedor.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influencia la insonorización implementada en la planta Tecnoesa al entorno laboral y comunitario?

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los procesos fabricación de productos en acero o metales en general por naturaleza propia generan ruido. El ruido es de fácil propagación, es por ello que dentro del área laboral es una de los principales riesgos existentes.

Las actividades propias de la fabricación de cilindros de acero para gas licuado de petróleo generan ruido, por lo que el personal de la empresa Tecnoesa se encuentra expuesto al mismo.

El decreto ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo en el artículo 55 nos muestra los límites de ruido permisibles de acuerdo al tiempo de exposición y el tipo de ruido existente.

1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

Debido al incremento de producción de cilindros de GLP de la planta Tecnoesa se ha generado una nueva jornada laboral por lo que nos surge el principal problema la generación de ruido emitida por el proceso de producción de cilindros, al estar la planta ubicada dentro de un sector residencial múltiple se ha visto necesario la implementación de medios de control de ruido (insonorización) para así generar confort laboral y comunitario.

1.1.1.2. PRONÓSTICO

La generación de ruido dentro de un sector residencial se vuelve un problema a corto o largo plazo debido a las molestias que se genera a la comunidad, es por ello que se ha implementado medios de control de ruido (insonorización) en puntos específicos de mayor generación de ruido de la planta Tecnoesa.

Para la emisión de los permisos de funcionamiento del municipio de Quito se tiene que dar pleno cumplimiento a la norma técnica para el control de la contaminación por ruido (NT003) en el numeral 5 nos indica los niveles máximos de emisiones de ruido para fuentes fijas.

Dentro del ambiente laboral el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo 2393), Las disposiciones de este Reglamento se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos de trabajo y el mejoramiento del ambiente de trabajo.

Las obligaciones y prohibiciones que se señalan en este Reglamento deben ser acatadas por los empleadores, subcontratistas y en general, todas las personas que den o encarguen trabajos para una persona natural o jurídica. Se determina también las obligaciones para los trabajadores.

En cuanto a ruido laboral, este marco legal menciona un sinnúmero de preceptos en los siguientes artículos:

“Art. 1 - ÁMBITO DE APLICACIÓN. - Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo”.

“Art. 55 - Ruido y Vibraciones, En sus numerales del 1 al 9 establece los aspectos y lineamientos para prevención de riesgos por ruido en lugares de trabajo”.

“Art. 179 - Protección Auditiva, establece los medios de protección hacia los trabajadores expuestos a ruido excesivo en sus lugares de trabajo, es indispensable realizar valoraciones periódicas para determinar si los niveles de ruido a los que los trabajadores se encuentran expuestos son los adecuados y establecer cuáles serían las posibles acciones a tomar para mitigar el riesgo.

La Norma Técnica ecuatoriana NTE INEN – ISO 9612 expedido por el Servicio Ecuatoriano de Normalización –INEN; ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO. MÉTODO DE INGENIERÍA. (ISO 9612:2009, IDT), primera Edición 2014. Por Resolución No. 13530 de 2013-12-20, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 155 de 2014-01-06.

Esta norma internacional proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido.

El método consta de las siguientes etapas principales: análisis del trabajo, selección de una estrategia de medición, mediciones, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Esta norma internacional especifica tres estrategias de medición distintas: medición basada en la tarea; medición basada en la función; y medición de una jornada de trabajo completa. Esta norma internacional indica las directrices relativas a la elección de la estrategia de medición adecuada para una situación laboral u un objetivo de investigación determinados. Esta norma internacional también proporciona una hoja de cálculo informativa que permite calcular los resultados y las incertidumbres de medición. ISO no es responsable de los errores que puedan surgir u ocurrir haciendo uso de esta hoja de cálculo.

Esta norma internacional reconoce el uso de mediciones con sonómetros así como de exposímetros acústicos individuales. Los métodos descritos optimizan el esfuerzo requerido para la obtención de una precisión dada; especifica un método de ingeniería que permite medir la exposición al ruido de los trabajadores en un entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición al ruido.

1.1.1.3. CONTROL DEL PRONÓSTICO

Mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados de la implementación de los medios de control de ruido (insonorización) en el área de corte de discos de acero y área

de embutición de la planta Tecnoesa se podrá determinar el impacto de los niveles de ruido laboral y comunitario.

1.1.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los resultados de las medidas de insonorización implementadas para conocer su impacto laboral y comunitario mediante el análisis de los datos de medición obtenidos antes y después de la insonorización de la planta de fabricación de cilindros de GLP de la empresa Tecnoesa.

1.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir los niveles de ruido actualmente presentes en la planta Tecnoesa ubicada al sur de la ciudad de Quito mediante la norma NTE INEN ISO 9612, para verificar el cumplimiento de la norma y mantener un ambiente laboral seguro y saludable.
2. Analizar el impacto de la reducción de ruido en el ambiente laboral y comunitario para conocer la percepción de las personas relacionadas en el tema mediante el uso de encuestas y la verificación de la disminución de la presión sonora.
3. Describir las etapas que conlleva un proyecto de insonorización acústica, mediante la presentación de las fases del proyecto realizado por la empresa Decibel, para conocer los recursos que se necesita en un proceso de estas características.
4. Plantear recomendaciones de acuerdo con los hallazgos determinados en este estudio, para mantener un ambiente laboral seguro y saludable.

1.1.4. JUSTIFICACIÓN

Debido al incremento de producción para la fabricación de cilindros de GLP la empresa Tecnoesa se vio en la necesidad de crear una nueva jornada de trabajo, por lo que se presenta el problema de generar molestias a los moradores del sector por la generación de ruido, es por ello que para disminuir los niveles de ruido emitidos por las actividades propias de la planta Tecnoesa se realiza un proyecto de insonorización dando énfasis en los puntos más problemáticos siendo estos: el área de corte de discos de acero y el área de embutición.

1.2. MARCO TEÓRICO

Los agentes físicos generados en el trabajo inciden desfavorablemente en la salud de los trabajadores, el ruido es uno de los graves problemas que tienen los centros industriales y, sobre todo, los talleres. Su control a veces es difícil y está en consonancia con la naturaleza de las instalaciones en cuanto que estas puedan disponer de alta tecnología o han quedado obsoletas. (GOMEZ, 2006).

Respecto a la prevención y control de ruido conviene incidir en los métodos del control del mismo, ya sean los relativos al origen o foco de emisión, ya sean a su transmisión o a la protección individual. (GOMEZ, 2006).

En el control de ruido es indispensable el programa de mantenimientos principalmente preventivo, el mismo que nos ayuda a cuidar el estado de la maquinaria y evitar daños graves, si la maquinaria se encuentra en buenas condiciones la generación de ruido se mantiene, cuando la maquinaria presenta daños dependiendo el tiempo la maquinaria aumenta la generación de ruido.

Cuando se necesita de la implementación de medidas de control en la fuente y en medio de transmisión, se debe considerar una inversión por parte de la empresa para aislar el proceso o la máquina, y por último la dotación de equipo de protección personal, que es la medida más aplicada en la actualidad, sin considerar las medidas preventivas anteriormente mencionadas (GOMEZ, 2006).

Para precautelar la seguridad y salud de los trabajadores se tiene que dar pleno cumplimiento a la normativa nacional vigente que dice:

Norma Técnica ecuatoriana NTE INEN – ISO 9612 Expedido por el Servicio Ecuatoriano de Normalización –INEN; ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO. MÉTODO DE INGENIERÍA. (ISO 9612:2009, IDT), primera Edición 2014. Por Resolución No. 13530 de 2013-12-20, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 155 de 2014-01-06.

Esta norma internacional proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido.

El método consta de las siguientes etapas principales: análisis del trabajo, selección de una estrategia de medición, mediciones, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Esta norma internacional especifica tres estrategias de

medición distintas: medición basada en la tarea; medición basada en la función; y medición de una jornada de trabajo completa. Esta norma internacional indica las directrices relativas a la elección de la estrategia de medición adecuada para una situación laboral u un objetivo de investigación determinados. Esta norma internacional también proporciona una hoja de cálculo informativa que permite calcular los resultados y las incertidumbres de medición. ISO no es responsable de los errores que puedan surgir u ocurrir haciendo uso de esta hoja de cálculo.

Esta norma internacional reconoce el uso de mediciones con sonómetros así como de exposímetros acústicos individuales. Los métodos descritos optimizan el esfuerzo requerido para la obtención de una precisión dada; especifica un método de ingeniería que permite medir la exposición al ruido de los trabajadores en un entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición al ruido.

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo 2393): el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo fue expedido y publicado en el Registro Oficial 565 de 17 de noviembre de 1986.

Las disposiciones de este Reglamento se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos de trabajo y el mejoramiento del ambiente de trabajo.

Las obligaciones y prohibiciones que se señalan en este Reglamento deben ser acatadas por los empleadores, subcontratistas y en general, todas las personas que den o encarguen trabajos para una persona natural o jurídica. Se determina también las obligaciones para los trabajadores. En cuanto a ruido laboral, este marco legal menciona un sinnúmero de preceptos en los siguientes artículos: “Art. 1 - ÁMBITO DE APLICACIÓN. - Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo”. “Art. 55 - Ruido y Vibraciones, En sus numerales del 1 al 9 establece los aspectos y lineamientos para prevención de riesgos por ruido en lugares de trabajo”. “Art. 179 - Protección Auditiva, establece los medios de protección hacia los trabajadores expuestos a ruido excesivo en sus lugares de trabajo, es indispensable realizar valoraciones periódicas para determinar si los niveles de ruido a los que los trabajadores se encuentran expuestos son los adecuados y establecer cuáles serían las posibles acciones a tomar para mitigar el riesgo”.

Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo: Resolución No. C.D.513, publicada en el Registro Oficial Suplemento 5 de 1 de Junio del 2017. En el ámbito de la prevención de riesgos del trabajo, este reglamento integra medidas preventivas en todas las fases del proceso laboral, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, guardando concordancia con lo determinado en la normativa vigente y convenios internacionales ratificados por parte del Estado.

Ministerio de Relaciones Laborales: la autoridad en materia laboral es el Ministerio de Relaciones Laborales, le corresponde la reglamentación, organización y protección del trabajo y demás atribuciones establecidas en el Código de Trabajo y en la Ley de Régimen Administrativo en materia laboral. Este Ministerio, a través del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, vigila la aplicación del Reglamento de Salud Ocupacional.

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): acuerdo No.061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria publicación en el Registro Oficial Edición Especial No. 316 del 04 de mayo de 2015.

En el PARÁGRAFO V, DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS, RUIDO, en su Artículo 225 De las normas técnicas, menciona: “Son complementarias las normas sobre la generación de ruido industrial, la que será tratada por la autoridad competente en materia de Salud y en materia Laboral”.

1.2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA

Existen estudios similares de control de ruido con medios de insonorización los cuales nos indican que ruido se lo puede controlar pero no eliminar en su totalidad, dentro los estudios se muestran en algunos casos de resultados positivos de disminución y control de ruido, de la misma manera se presentan casos negativos donde no se pudo dar un control satisfactorio a la disminución de ruido por lo que se ha optado por dotar de equipo de protección personal al trabajador, dando mayor atención a los trabajadores que están expuestos a ruido en el tema de salud ocupacional.

1.2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA

Dentro de los temas de control de ruido es importante conocer definiciones de importancia:

Ruido laboral: es todo sonido no deseado, molesto, desagradable o perturbador que produce sensaciones auditivas desagradables, es el contaminante físico más común en los puestos de trabajo, puede ser nocivo para la salud o interferir gravemente en una actividad. (GOMEZ, 2006).

Desde el punto de vista físico el ruido consiste en un movimiento ondulatorio producido por un medio elástico por una vibración. (FUNDACIÓN MAFRE, 2003)

Ruido ambiental: es el ruido asociado con un ambiente determinado y suele estar compuesto de sonidos de muchas fuentes de ruido próximas y alejadas.

Tipos de ruido:

Se distinguen 4 tipos de ruido en la realidad industrial:

Ruido continuo: es aquel cuyo nivel de presión acústica permanece en el tiempo con diversas fluctuaciones. Se clasifica en estable y variable (LpA).

Ruido estable: nivel constante y espectro aproximado que se produce durante ciertos periodos. Se considera cuando la diferencia entre los valores externos de LpA es inferior a 5dB(A), medida con sonómetro en respuesta lenta (slow).

Ruido variable: su intensidad y espectro varía a lo largo de la jornada de trabajo. La diferencia entre los valores externos de LpA es superior a 5dB(A). Un ruido variable se puede descomponer en varios estables.

Ruido de impacto: es aquel cuyo nivel de presión acústica oscila grandemente en un instante. De duración inferior a 500m/s. el tiempo de la elevación hasta el valor pico no es superior a 35m/s (Lmax).

Sonido: toda perturbación que se va a propagar por medio de ondas, a través de un medio elástico, es producido por una serie de variaciones de presión en forma de vibraciones, las mismas que son perceptibles por el oído humano. (GOMEZ, 2006).

Formación de sonido: los medios necesarios para que el ruido sea una realidad son: foco productor – de transmisión – receptor. Todo problema de ruido puede descomponerse en tres partes: el foco, que erradica energía sonora; una vía a través de la cual se propaga la energía sonora; y un receptor como, por ejemplo, el oído humano.

Se necesita un medio elástico para que el sonido pueda organizarse y transmitirse. Ningún sonido puede ser transmitido en ausencia de materia (en el vacío). (GOMEZ, 2006).

Propagación del sonido: el ruido se propaga en el medio ambiente por medio de ondas acústicas, siendo su característica más importante su “velocidad de propagación”, que en el caso del aire es 331m/s.

Ondas sonoras: son aquellas que se producen por las variaciones de presión bajo o sobre el nivel de presión atmosférica. Existen diversos tipos de ondas, las ondas planas y las ondas esféricas. (DATTAWYLER, 2013).

Las ondas planas son aquellas en las que la dirección de propagación en todos los sentidos es igual, como se indica en la figura:

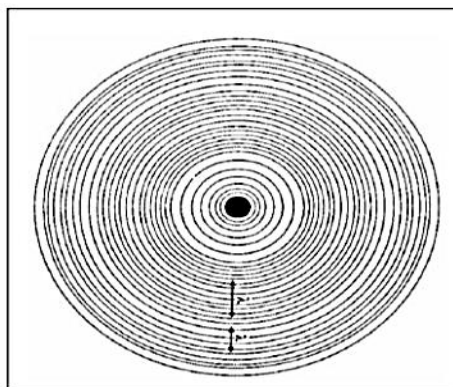
Figura N° 1 Comportamiento de las ondas planas



Fuente: Plan de desarrollo y concientización para sistemas de insonorización de generadores industriales

Las ondas esféricas aquellas producidas por fuentes sonoras como un comportamiento de ondas esféricas concéntricas, tal y como se muestra en la figura 2.

Figura N° 2 Comportamiento de las ondas esféricas



Fuente: Plan de desarrollo y concientización para sistemas de insonorización de generadores industriales.

Frecuencia: la frecuencia de un fenómeno periódico, como una onda sonora, es el número de veces que este fenómeno se repite en sí mismo en un segundo (el número de ciclos por segundo). Habitualmente la frecuencia se designa mediante un número seguido de la unidad herzio (Hz).

Reverberación: se relaciona con la velocidad a la que desaparece la energía sonora, es el efecto natural que se produce en un espacio cerrado cuando un sonido rebota en sus paredes, techo y suelo hasta formar un conglomerado de ecos, los cuales están tan cercanos entre sí que se hace difícil percibirlos por separado, por lo que percibimos un solo sonido constante parecido al sonido original. (<https://sonoras.wordpress.com>, 2010).

Potencia sonora: la potencia sonora es la cantidad de energía acústica que emite una fuente sonora en la unidad de tiempo. (GOMEZ, 2006). La fuente sonora se expresa en vatios (W), la misma se encuentra en la etiqueta de información de todo equipo y máquina.

Prevención y control de ruido:

Tabla N° 1 Prevención y control de ruido

Sobre el origen	Sobre la transmisión	Sobre el trabajador
Diseño de máquinas y procesos menos ruidosos	Aislamiento de la fuente de ruido (cerramientos)	Evitar exposición innecesarias
Modificación de piezas y herramientas	Aumentar la distancia entre la fuente y el trabajador	Cabinas insonorizadas
Reducción de la concentración de máquinas	Silenciadores	Reducción del tiempo de exposición
Disminución del ritmo de producción	Tratamientos fonoabsorbentes	Rotación de puestos de trabajo
Mantenimiento correcto de maquinaria	Elementos anti vibratorios	Protección personal

Fuente: Manual para la formación de prevención de riesgos laborales especialidad de higiene industrial.

El control de ruido con es lo mismo que reducción de ruido. En un problema específico la magnitud de la reducción de ruido que sea preciso para obtener resultados aceptables puede alcanzarse simplemente mediante la aplicación de las distancias técnicas de control de ruido.

Insonorización o aislamiento acústico: permite disipar el ruido proveniente de exterior, evitando que pueda ser percibido en su totalidad. De la misma manera nos ayuda a controlar el ruido generado en el interior emitido por maquinaria o equipos evitando que el ruido se disipe controlando su intensidad.

Los medios de insonorización o aislamiento acústico son de gran importancia para el principal problema de contaminación sonora, por medio de la insonorización se puede llegar a controlar tanto el ruido laboral como el ruido ambiental.

Factores que intervienen en el proceso de insonorización o aislamiento acústico:

Múltiples capas: se refiere al logro de un mejor aislamiento acústico mediante la disposición idónea de varias capas. Al momento de elegir la composición y características de las diferentes capas a utilizar, es necesario comprender la frecuencia de alguna de ellas, ya que puede ser la causa de algún sonido del exterior o interior que iguale dicha frecuencia, haga que el material que debería ser aislante vibre y siga la propagación del ruido. (<https://aislacustic.com/definicion-aislamiento-acustico>, 2015).

Masa: se basa en la premisa de que a mayor masa mayor será la resistencia a las ondas sonoras lo que quiere decir que será menor la atenuación al ruido.

El espesor: mientras mayor es el espesor mayor será la absorción de ruido.

La densidad: para obtener mejores resultados es importante de cómo está constituido el material absorbente.

La distancia: una vez instalados los medios de insonorización las ondas sonoras son atenuadas, el sonido disminuye de una manera progresiva hacia el receptor dependiendo de la distancia a la que se encuentre.

Los materiales absorbentes de ruido su característica principal es ser porosos y de densidades bajas. Como por ejemplo lana de roca, fibra de vidrio, espuma acústica, lana mineral.

Existen dos tipos de materiales de aislamiento acústico:

Materiales naturales: son materiales de origen natural o también conocidos como aislamientos ecológicos.

Lana mineral: su materia prima es la roca volcánica, se presentan en formas de alfombras, paneles, mantas, etc.

Corcho aglomerado: se produce a partir de la corteza del alcornoque, su presentación es en forma de paneles.

Materiales sintéticos: existen varios tipos de materiales sintéticos de los cuales se menciona los más importantes:

Espuma de poliuretano: se lo conoce con el nombre de goma de espuma es un material plástico poroso, nos ayuda principalmente al control de la resonancia y a la disminución efectiva del sonido.

Laminas sintéticas: se las fabrican a base de polímeros, son de fácil manipulación y resistencia térmica.

Poliestireno expandido: es un material plástico espumado (poliestireno) que se usa principalmente para ruido de impacto.

Decibel: unidad general del nivel de sonido que expresa la relación logarítmica entre una magnitud acústica y otro valor de esa misma magnitud que toma como referencia, su símbolo se expresa dB(A). (GOMEZ, 2006).

1.2.3. HIPÓTESIS

¿Fue eficiente la implementación de los medios de control de ruido insonorización realizada en la planta Tecnoesa?

1.2.4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente:

- Implementación del proyecto de insonorización en la planta Tecnoesa.
- Generación de ruido existente debido a las actividades propias de fabricación de cilindros de acero de GLP.
- Diseño y la implementación de los medios de insonorización en la planta Tecnoesa.

Variables dependientes:

- Controlar el nivel de ruido existente en la planta Tecnoesa.
- Molestias a los trabajadores y a la comunidad por generación de ruido.
- Resultados obtenidos del proyecto de insonorización, LAeq luego de implementado el proyecto de insonorización.

CAPITULO II

2.1. TIPO DE ESTUDIO

El proyecto de investigación es de tipo cuantitativo y cualitativo, debido a la evaluación de los resultados obtenidos de la implementación de los medios de insonorización y las encuestas realizadas tanto al personal interno, personal subcontratado y moradores del sector.

2.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación se basará en el análisis de los resultados obtenidos de las mediciones de ruido en la línea de corte de discos y en el área de embutición, lugares de trabajo donde fueron implementados los medios de insonorización. De la misma manera se formulará una encuesta a trabajadores internos, personal expuesto y moradores del sector.

Los resultados de las mediciones permitirán evidenciar la eficacia de los funcionamientos de los medios de insonorización implementados.

Las encuestas realizadas permitirán conocer la perspectiva presente en trabajadores internos, personal subcontratado y moradores del sector acerca de la eficacia de los medios de insonorización implementados.

2.3. MÉTODO

La metodología de investigación realizada es de tipo cuantitativa y cualitativa, resultados que obtendremos a través de las mediciones realizadas a los trabajadores de los puestos de trabajo del área de embutición y línea de corte de discos, de la misma manera las encuestas nos arrojarán un resultado cualitativo el cual nos mostrará la perspectiva que tienen los trabajadores internos, el personal subcontratado y moradores del sector, de los mismos podremos llegar a las conclusiones sobre la exposición de ruido presente en los trabajadores de la planta Tecnoesa y moradores del sector, así como también plantear las recomendaciones para mantener un ambiente seguro y saludable.

2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el desarrollo de la investigación se realizará mediciones de exposición de ruido a los trabajadores que laboran en la línea de corte de discos y en las embutidoras de la planta Tecnoesa.

Para el desarrollo de las encuestas se escogerá personas arbitrariamente de trabajadores de la planta Tecnoesa, de personal subcontratado como guardias de seguridad y personal del comedor de la planta y en la comunidad principalmente se realizará las encuestas a personas aledañas a la planta como dueños de tiendas, guardias de seguridad de los conjuntos etc.

2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

2.5.1. MEDICIONES DE RUIDO

El estudio se realiza de acuerdo a la Norma Técnica ecuatoriana NTE INEN – ISO 9612 expedido por el Servicio Ecuatoriano de Normalización –INEN; ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO. MÉTODO DE INGENIERÍA. (ISO 9612:2009, IDT), primera Edición 2014. Por Resolución No. 13530 de 2013-12-20, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 155 de 2014-01-06.

Esta norma internacional proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido.

El método consta de las siguientes etapas principales: análisis del trabajo, selección de una estrategia de medición, mediciones, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Esta norma internacional especifica tres estrategias de medición distintas: medición basada en la tarea; medición basada en la función; y medición de una jornada de trabajo completa. Esta norma internacional indica las directrices relativas a la elección de la estrategia de medición adecuada para una situación laboral u un objetivo de investigación determinados. Esta norma internacional también proporciona una hoja de cálculo informativa que permite calcular los resultados y las incertidumbres de medición. ISO no es responsable de los errores que puedan surgir u ocurrir haciendo uso de esta hoja de cálculo.

Esta norma internacional reconoce el uso de mediciones con sonómetros así como de exposímetros acústicos individuales. Los métodos descritos optimizan el esfuerzo requerido para la obtención de una precisión dada; especifica un método de ingeniería que permite medir

la exposición al ruido de los trabajadores en un entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición al ruido.

Una vez medido los niveles de ruido de la planta se podrá analizar el impacto de exposición de los trabajadores en el área de corte y prensas de embutición con las mediciones obtenidos se podrá realizar las conclusiones y recomendaciones adaptándonos a la realidad de la planta Tecnoesa.

Los valores de referencia se encuentran establecidos en la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, detallados a continuación:

Numeral 6 del Art. 55 del Decreto Ejecutivo 2393, “Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido”.

Numeral 7 del Art. 55 del Decreto Ejecutivo 2393, “Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla”:

Tabla N° 2 Niveles de ruido laboral permisible

NIVEL SONORO /DB (A-LENTO)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN POR JORNADA / HORA
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Fuente: Decreto ejecutivo 2393 niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo

Numeral 7 del Art. 55 del Decreto Ejecutivo 2393 nos menciona: se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquella cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

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

Tabla N° 3: Niveles de exposición ruido de impacto

NÚMERO DE IMPULSOS O IMPACTO POR JORNADA DE 8 HORAS	NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÁXIMA (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: Decreto ejecutivo 2393 niveles de presión sonora ruido de impacto

La Norma técnica para control de la contaminación de ruido NT003 en el numeral 5 menciona los niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas FFR y fuentes móviles FMR de ruido.

El nivel de presión sonora continua equivalente corregido, LK_{eq} en decibeles, obtenido de las emisiones de ruido emitido por una FFR, no podrá exceder los niveles que se fijan en la siguiente tabla de acuerdo del suelo en el que se encuentre el punto de medición.

Tabla N° 4: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido

NIVELES MAXIMOS DE EMISION DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelos*	LK_{eq}(dB)	
	Período diurno (7:01 hasta 21:00 horas)	Período Nocturno (21:01 hasta 07:00 horas)
Residencial 1,2,3 y Múltiple	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial y Servicio (CMS)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Doble zonificación	Cuando existan usos de suelo combinados se utilizará el LK _{eq} más bajo de cualquiera de los usos del suelo que componen la combinación Ejemplo: Uso de suelo Residencial + ID2 LK _{eq} para este caso = Diurno 55dB y Nocturno 45dB	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación de LK _{eq} para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el ANEXO 4	

Fuente: Norma técnica para control de la contaminación de ruido NT003 en el numeral 5

2.5.2. ENCUESTAS:

La segunda metodología de investigación que se aplicará será una encuesta por medio de la cual podremos identificar la perspectiva de los trabajadores internos, personal subcontratado y personas de la comunidad acerca de cómo ellos perciben la emisión de ruido de la planta Tecnoesa.

El cuestionario estará elaborado por dos preguntas las cuales nos dará a conocer la perspectiva de manera global de la emisión de ruido de la planta.

Al ser una encuesta cualitativa se analizarán las respuestas obtenidas y se llegará a las conclusiones y recomendaciones para futuras mejoras en la planta Tecnoesa.

Diseño de encuesta:

La encuesta está elaborada con dos preguntas cualitativas de fácil entendimiento:

ENCUESTA DE ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN DE RUIDO PLANTA TECNOESA

Nombre:

Fecha:.....

Ocupación:.....

Edad:.....

1.- La planta Tecnoesa siempre genera ruido?

Si (....) No (....)

Si la respuesta es SI indique a qué horas

A qué horas:

.....
.....

2.- Últimamente ha disminuido el nivel de ruido de la planta Tecnoesa?

Si (....) No (....)

Cuánto:

1. Nada (....) 2. Poco (....) 3. Bastante (....)

.....
.....

CAPITULO III

3. LEVANTAMIENTO DE DATOS

El primer levantamiento de la información para el presente estudio se llevó a cabo mediante la aplicación de encuestas a personal externo (comunidad) y personal (guardias de seguridad y personal de servicio de catering en el mes de julio 2019).

El segundo levantamiento de información se lo realizó por medio de mediciones de ruido con el sonómetro marca NTI-Audio, modelo XL2, serie A2A-06073-E0, con fecha de calibración del 18 abril del 2019 realizado por la empresa Decibel, las mediciones se las realizaron a los puestos de trabajo de embutición y línea de corte de la planta Tecnoesa se las realización una vez concluido el proyecto de insonorización, a estos datos obtenidos se realiza la comparación con el estudio de ruido realizado en el mes de julio del 2018 realizado por la empresa Tecnipreven S.A donde se usó un sonómetro CEL-620B, Marca CASELLA (incluye micrófono y cables asociados), serie 3921047, con fecha de última calibración 19 julio 2017.

Para realizar el análisis del ruido ambiental se realiza un monitoreo de ruido ambiental realizado por la empresa ALS Ecuador en el mes de octubre del 2018 antes de la instalación del proyecto de insonorización, para hacer la comparación se realiza una medición de ruido ambiental en junio 2019 realizado por la empresa ALS Ecuador.

3.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se analizó el nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores de la planta Tecnoesa en el área de embutición de cilindros y línea de corte de discos de acero, en la comunidad se realizó encuestas las cuales nos permiten determinar si el ruido que genera la planta Tecnoesa genera molestias a los mismos.

3.1.1. RESULTADOS GLOBALES

ETAPAS QUE CONLLEVA UN PROYECTO DE INSONORIZACIÓN:

Etapa inicial:

- Entre el 5 y el 11 de enero del 2019, se realizaron mediciones acústicas para obtener los niveles de presión sonora internos y externos; los tiempos de reverberación de las áreas de estudio y los índices de aislamiento acústico en fachadas.

Con el análisis de las mediciones fue posible determinar:

- La contribución de las principales fuentes de ruido sobre el ruido total.
- El nivel de potencia acústica de las fuentes.
- La absorción sonora media de los recintos donde se ubican las fuentes.
- El grado de aislamiento acústico actual que ofrecen las fachadas.

Fuentes evaluadas:

Se realiza mediciones para obtener los niveles de presión sonora internos y externos de acuerdo a las normas ISO 1996-1:2005 e ISO 199-2:2009. Se evaluaron principalmente 3 fuentes de las cuales se describe a continuación:

Tabla N° 5: Fuentes evaluadas para proyecto de insonorización

N°	Nombre del Equipo	Imagen
1	Presa 1 (área de embutición)	

2	Prensa 2 (área de embutición)	
3	Troqueladora (área de corte)	

Fuente: Visita in situ planta Tecnoesa

Fachadas evaluadas:

Los índices de aislamiento acústico en fachadas se determinaron siguiendo los lineamientos de la norma ISO 16283-3:2016 e ISO 717-1:1997. Los tiempos de reverberación de las áreas de estudio, fueron obtenidos bajo la norma ISO 3382-2:2008.

Las fachadas que fueron sujeto de la evaluación fueron la pared exterior con dirección Este en el área de embutición y la pared exterior Norte del área de corte

Tabla N° 6: Fachadas evaluadas para proyecto de insonorización

Fachada área de embutición	Fachada área de corte
	

Fuente: Visita in situ planta Tecnoesa

El tiempo de reverberación se obtuvo dentro de las áreas de embutición y corte. Este parámetro es necesario para la evaluación de aislamiento de las fachadas. Sin embargo también es útil para obtener la información acerca de la absorción de las áreas.

INSTRUMENTACIÓN:

Para realizar la evaluación se utilizaron los siguientes equipos:

Tabla N° 7: Descripción de equipos utilizados en mediciones de insonorización

Instrumento	Marca	Modelo	No. Serie	Fecha de Calibración	Verificación	
					Inicial	Final
Sonómetro	NTI-Audio	XL2	A2A-06073E0	18-abr-18	94.1	94.1
Sonómetro	01dB-METRAVIB	DUO	12448	21-dic-17	94.3	94.2
Calibrador sonoro	CESVA	C-130	900626	29-jun-17	NA	NA
Fuente Omnidireccional	CESVA	FP122	T239875	NA	NA	NA
Amplificador y Generador de Señales	CESVA	AP602	T237875	NA	NA	NA

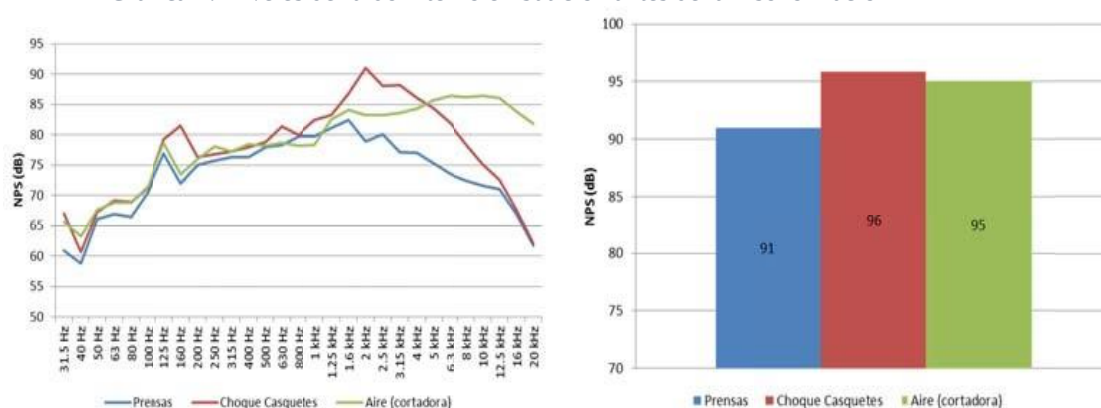
Fuente: Empresa Decibel

RESULTADOS:

Niveles de ruido interno:

A continuación se muestran los niveles de ruido interno de las áreas de estudio. Los resultados que se muestran son los valores equivalentes de las mediciones que fueron realizadas de las diferentes posiciones.

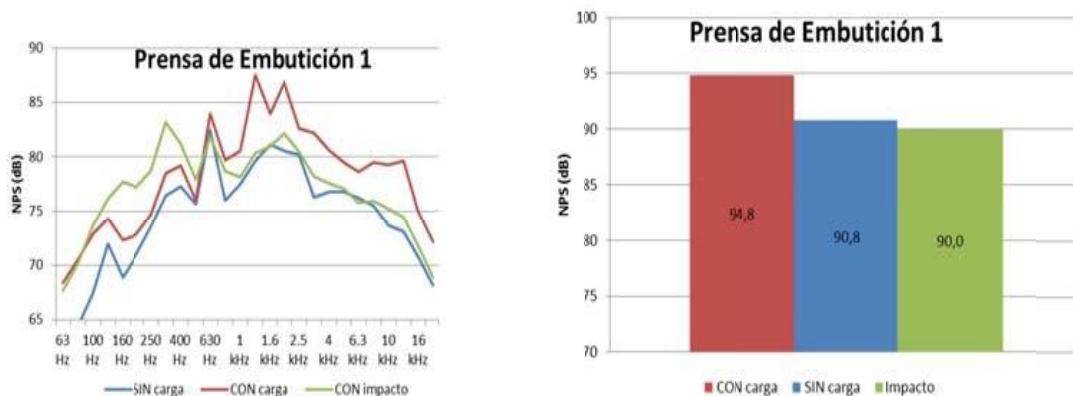
Gráfica 1: Niveles de ruido interno embutición antes de la insonorización



Fuente: Empresa Decibel

Se observa el aporte individual de cada fuente o proceso. El choque de casquetes así como el aire de la cortadora se muestran como procesos más ruidosos que el funcionamiento propio de la prensa.

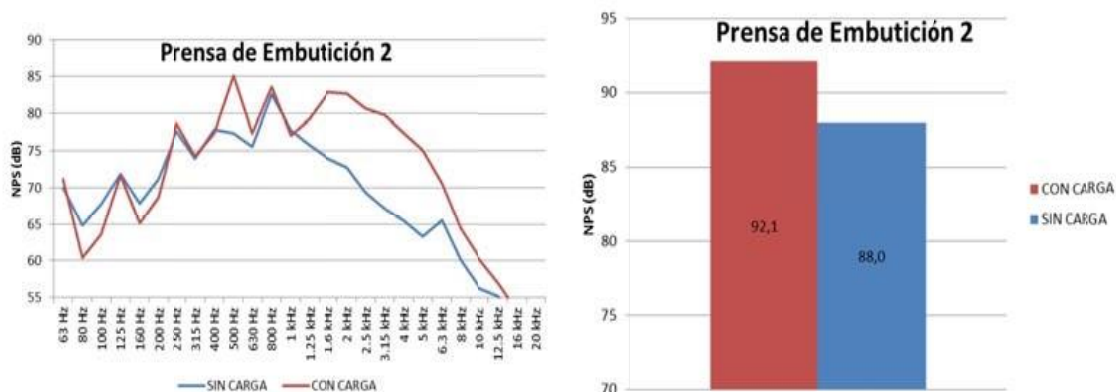
Gráfica 2: Niveles de ruido prensa 1



Fuente: Empresa Decibel

La prensa genera mayor ruido durante la carga, se identifica un ruido de impacto producto del desemboque del casquete superior mismo que es formado con un orificio central para colocación de la válvula.

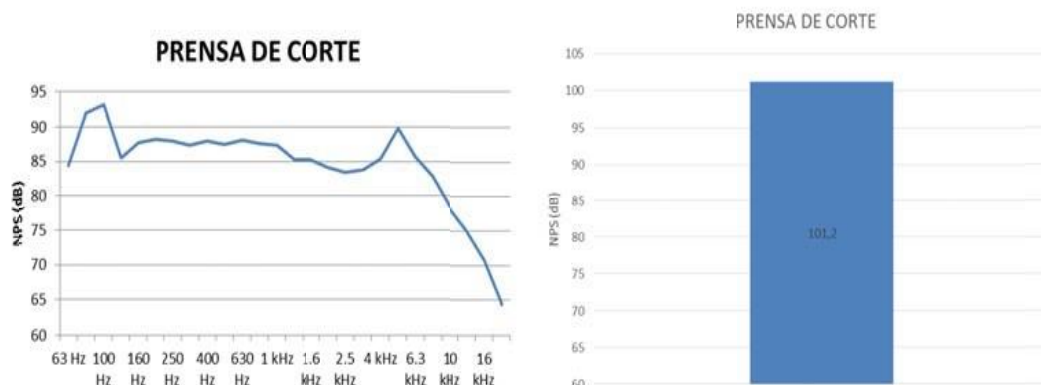
Gráfica 3: Niveles de ruido prensa 2



Fuente: Empresa Decibel

De acuerdo a la gráfica se puede identificar que la prensa 2 genera mayor ruido con carga, en la prensa dos no se presentan ruido e impacto debido a que en la prensa 2 se elabora el casquete inferior en el cual no se presenta el orificio para colocación de la válvula.

Gráfica 4: Niveles de ruido rodonadora

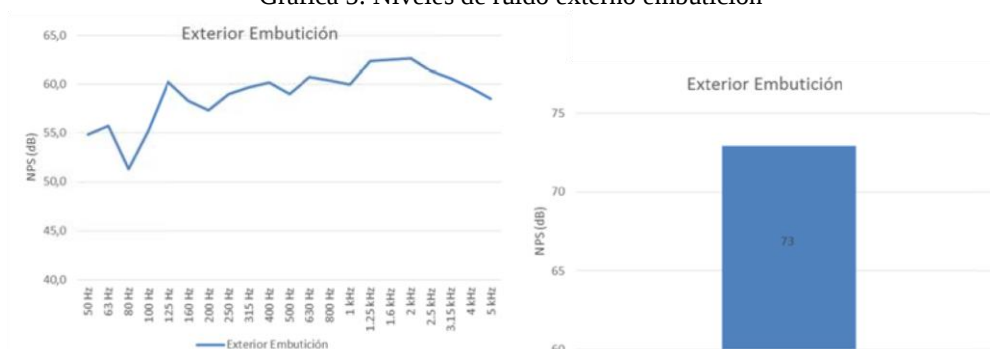


Fuente: Empresa Decibel

Se muestra los niveles de ruido generados por la troqueladora misma que se encuentra en la línea de corte

NIVELES DE RUIDO EXTERNO:

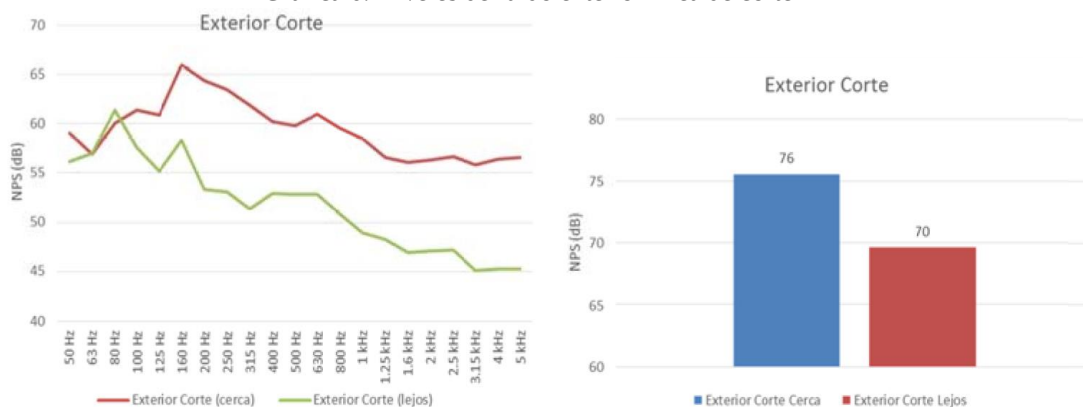
Gráfica 5: Niveles de ruido externo embutición



Fuente: Empresa Decibel

En las grafica se muestra los niveles de ruido generados en el área de embutición, los niveles de ruido fueron tomados únicamente las embutidoras en funcionamiento.

Gráfica 6: Niveles de ruido exterior línea de corte



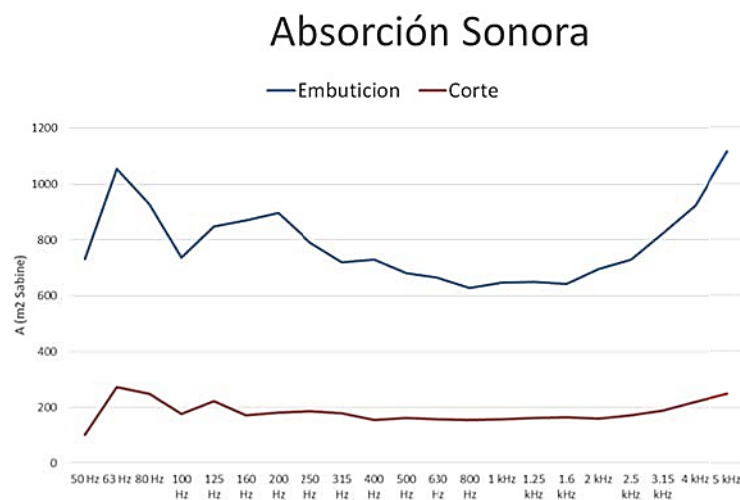
Fuente: Empresa Decibel

Niveles de ruido exterior línea de corte, mismo es tomado únicamente con la línea de corte en funcionamiento.

ABSORCIÓN SONORA:

La medición de tiempo de reverberación realizada para la evaluación del aislamiento acústico de las fachadas permite estimar la absorción acústica total de los espacios donde se encuentran instaladas las fuentes.

Gráfica 7: Niveles de absorción sonora embutición y corte



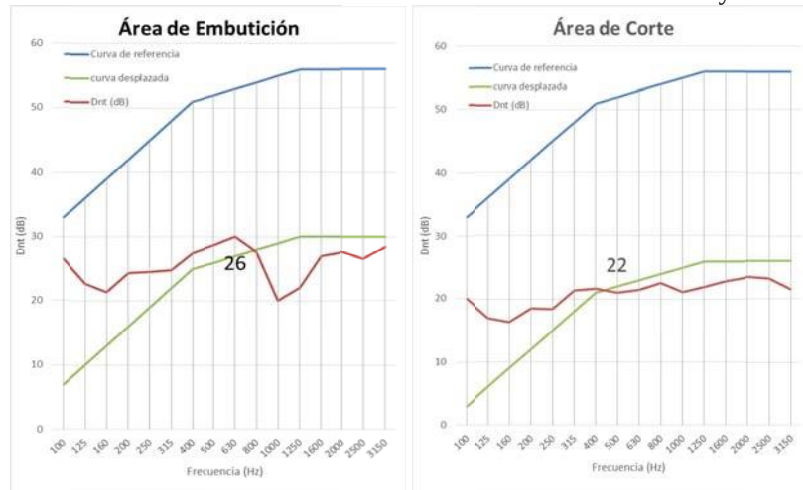
Fuente: Empresa Decibel

Se puede observar que el área de corte presenta una absorción acústica baja, debido al menor tamaño comparado con el área de embutición.

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LAS FACHADAS:

Los valores de aislamiento acústico que presentan las fachadas durante la evaluación inicial.

Gráfica 8: Niveles de aislamiento acústico fachadas embutición y corte



Fuente: Empresa Decibel

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS:

A partir del estudio de los niveles de ruido, absorción y aislamiento acústico de fachadas se han propuesto las siguientes medidas para reducir el ruido interno y externo de la planta Tecnoesa:

Área de embutición y corte:

Optimización de aislamiento acústico en fachadas: debido al bajo índice de aislamiento acústico obtenido durante la evaluación inicial, se propone mejorar el aislamiento de la fachada a partir del sellado de fugas y ventanas anti ruido.

Figura N° 3: Modelo de ventanas - aislamiento acústico fachadas

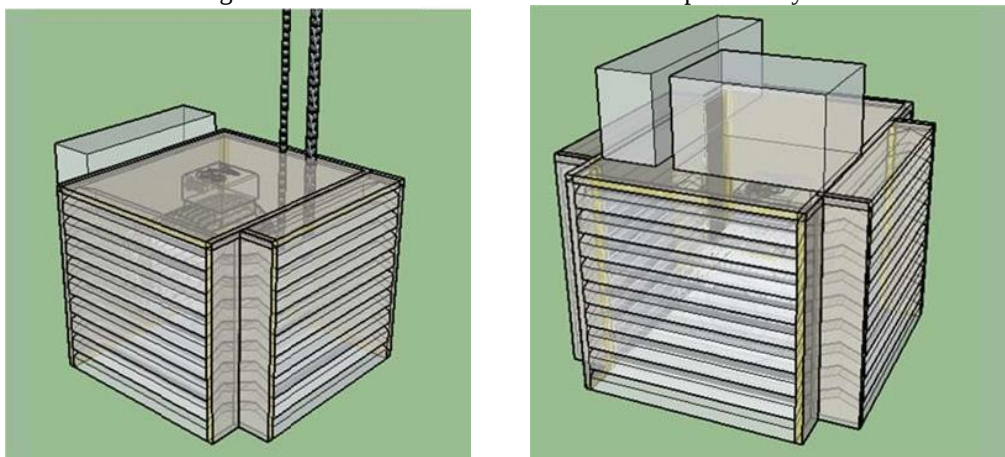


Fuente: Empresa Decibel

Encierros acústicos en prensas de embutición:

Se propone aislar acústicamente los motores de las prensas de embutición, por medio de encierros y silenciadores. Los encierros brindan una alta pérdida de transmisión a través de sus paneles mientras que los silenciadores permiten la circulación de aire, para ventilación de los motores, mientras se atenúa el ruido.

Figura N° 4: Modelos de encierros acústicos prensas 1 y 2



Fuente: Empresa Decibel

Área de corte:

Aumento de absorción acústica: para reducir el nivel de ruido interno, se propone aumentar la absorción en esta área a partir de paneles fonoabsorbentes.

Figura N° 5: Modelo de paneles de absorción acústica línea de corte



Fuente: Empresa Decibel

ETAPA FINAL:

Luego de haber definido e implementado las estrategias para el control de ruido como parte del proyecto “Diseño y construcción de un sistema de insonorización para las áreas de corte de discos y prensas de embutición de la planta Tecnoesa”, se presentan a continuación los resultados obtenidos.

La metodología se basó principalmente caracterizar el sonido producido por las prensas en el área de embutición y la troqueladora del área de corte, así como evaluar el aislamiento acústico de las fachadas de ambas áreas, antes y después de los trabajos de insonorización.

Este informe permite conocer los resultados obtenidos al implementar las estrategias de reducción ruido que fueron definidas en la etapa de diagnóstico y diseño.

METODOLOGÍA:

Entre el 5 y el 11 de enero de 2019, se realizaron mediciones acústicas para realizar el estudio de “Evaluación Acústica y definición de estrategias para el control de ruido”.

Entre marzo y mayo (2019), se realizaron mediciones acústicas para volver a evaluar los niveles de presión sonora internos y externos; la absorción sonora y los índices de aislamiento acústico en fachadas, una vez implementadas las soluciones propuestas en el estudio anterior.

Se realizaron mediciones para obtener los niveles de presión sonora internos y externos de acuerdo a las normas ISO 1996-1:2005 e ISO 1996-2:2009. Se evaluaron principalmente (3) fuentes:

- Prensa 1 (área de embutición)
- Prensa 2 (área de embutición)
- Troqueladora (área de corte)

FACHADAS EVALUADAS:

Al igual que en el estudio “Evaluación Acústica y definición de estrategias para el control de ruido”, los índices de aislamiento acústico en fachadas se determinaron siguiendo los lineamientos de las normas ISO 16283-3:2016 e ISO 717-1:1997. Los tiempos de reverberación de las áreas de estudio, fueron obtenidos bajo la norma ISO 3382-2:2008.

Las fachadas que fueron sujeto de la evaluación fueron la pared exterior con dirección Este en el área de embutición y la pared exterior Norte del área de corte.

INSTRUMENTACIÓN:

Para realizar la evaluación se utilizaron los siguientes equipos:

Tabla N° 8: Instrumentación para medición después de la insonorización

Instrumento	Marca	Modelo	No. Serie	Fecha de Calibración
Sonómetro	NTI-Audio	XL2	A2A-06073E0	18-abr-18
Sonómetro	01dB-METRAVIB	DUO	12448	21-dic-17
Calibrador sonoro	CESVA	C-130	900626	29-jun-17
Fuente Omnidireccional	CESVA	FP122	T239875	NA
Amplificador y Generador de Señales	CESVA	AP602	T237875	NA

Fuente: Empresa Decibel

Los sonómetros integradores utilizados son Clase 1 y se encuentran debidamente calibrados. Las mediciones consideraron un análisis espectral en bandas de 1/3 octava desde los 31.5-16kHz de las fuentes sonoras.

RESULTADOS:

A continuación se muestra el análisis de los resultados obtenidos al implementar las medidas propuestas. Dichos resultados están enfocados en la diferencia de niveles de presión sonora antes y después de la implementación. Adicionalmente se ha realizado un análisis de sonoridad (ISO 226:2003) para poder expresar la disminución de ruido en términos porcentuales.

Área de Corte

En el estudio “Evaluación Acústica y definición de estrategias para el control de ruido”, se propuso mejorar el aislamiento acústico de las fachadas, debido al bajo índice de aislamiento que se obtuvo. Por lo tanto, en la pared de corte se reemplazaron las ventanas existentes por un sistema de vidrio cámara en marco de PVC. También se reemplazó la puerta corrediza por un sistema abatible de mejor desempeño acústico.

Área de corte:

En el área de corte se implementó un sistema de aislamiento acústico en las fachadas las ventanas existentes fueron remplazadas por un sistema de cámara de vidrio con marco de PVC.

Tabla N° 9 Línea de corte antes y después de la insonorización

ANTES	DESPUES
	
Ventanas existentes en pared posterior de línea de corte elaboradas con marcos de metal y vidrio.	Cambio de ventanas por ventanas con marcos de PVC con sistema de cámara de vidrio encapsulado, este cambio se lo realizó en la pared posterior de la línea de corte.

Fuente: Autor

En las paredes se realizó la instalación de paneles absorbentes acústicos elaborados con marcos de madera sellados con barniz ignifugo, lana de vidrio con una capa de malla para protección de la fibra de vidrio.

Tabla N° 10 Línea de corte antes y después de la insonorización

ANTES	DESPUES
	
Línea de corte pared posterior antes de la insonorización.	Colocación de paneles absorbentes acústicos en paredes de línea de corte, elaborados con marcos de madera con protección ignifuga, lana de vidrio y malla.

Fuente: Autor

En la puerta corrediza existente se realizó el cambio de tamaño de una puerta corrediza por una puerta abatible con sistema absorbente de ruido elaborada con planchas de MDF, metal y lana de vidrio.

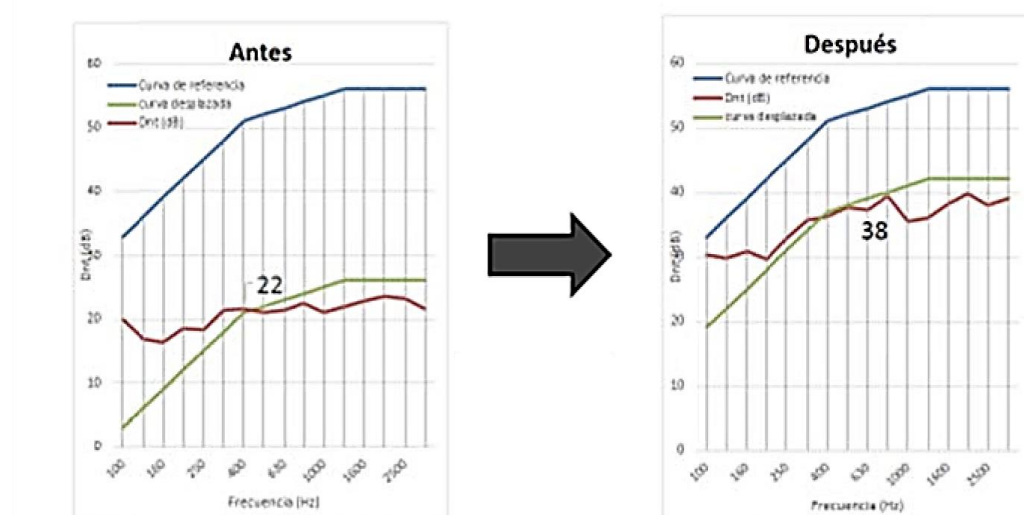
Tabla N° 11 Puerta línea de corte antes y después de la insonorización

ANTES	DESPUES
	
Puerta para extracción de materiales y salida de personal ubicada en la pared posterior de línea de corte.	Cambio de puerta en línea de corte por una de menor tamaño con sistema absorbente de ruido.

Fuente: Autor

AISLAMIENTO ACÚSTICO ÁREA DE CORTE:

Gráfica 9: Mediciones de ruido antes y después de la insonorización línea de corte

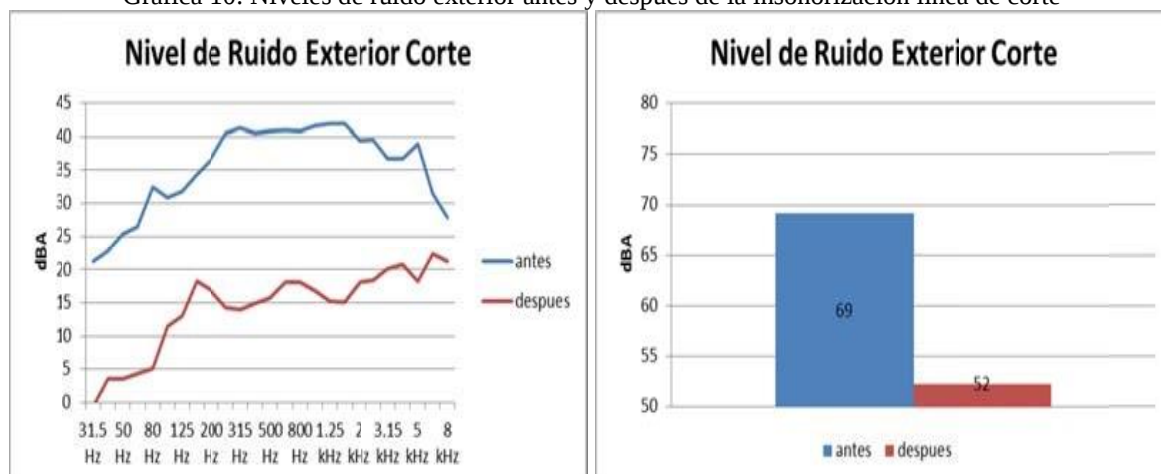


Fuente: Empresa Decibel

En la gráfica se identifica el aislamiento acústico una vez implementados los medios de insonorización antes se contaba con un aislamiento acústico de 22 dB actualmente se cuenta con un aislamiento acústico de 38 dB.

NIVELES DE RUIDO EXTERIOR:

Gráfica 10: Niveles de ruido exterior antes y después de la insonorización línea de corte

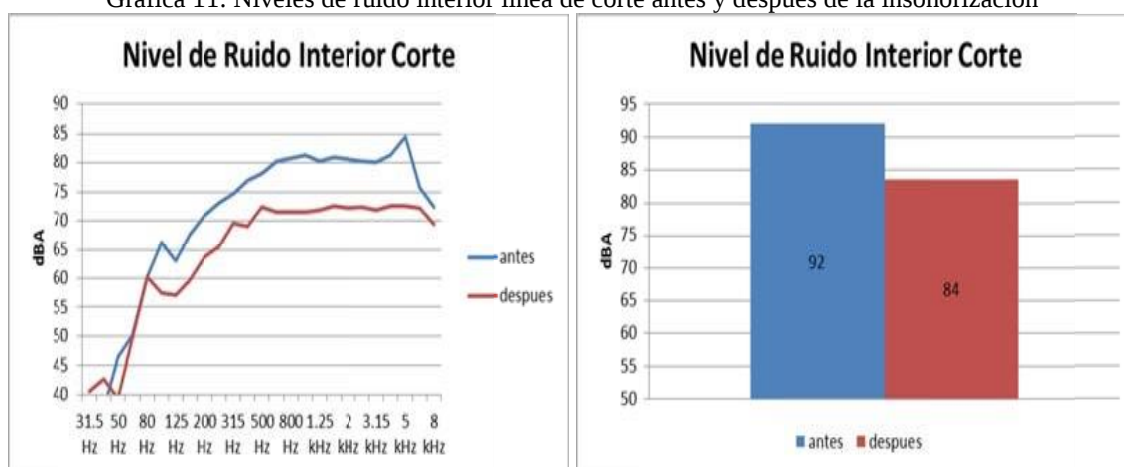


Fuente: Empresa Decibel

En el exterior del área de corte se registró una disminución de 17dBA, debido principalmente a la mejora del aislamiento acústico de la fachada.

NIVELES DE RUIDO INTERIOR:

Gráfica 11: Niveles de ruido interior línea de corte antes y después de la insonorización



Fuente: Empresa Decibel

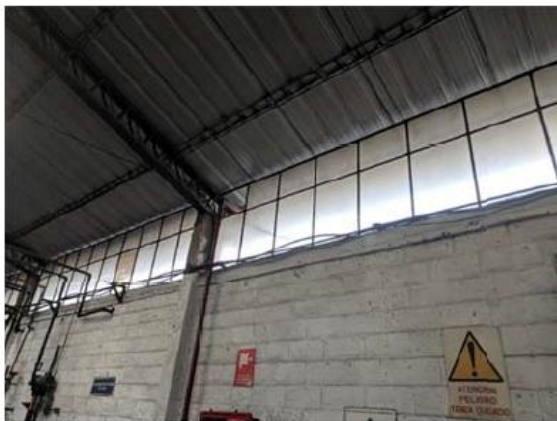
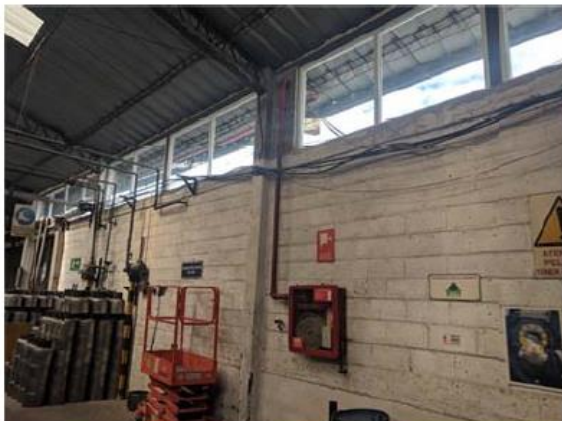
En el interior del área de corte se registró una disminución de 8dBA, debido principalmente al aumento de absorción acústica, por la instalación de paneles absorbentes.

Área de embutición:

En el estudio “Evaluación Acústica y definición de estrategias para el control de ruido”, se propuso mejorar el aislamiento acústico de las fachadas, debido al bajo índice de aislamiento que se obtuvo. Por lo tanto, en la pared de embutición se reemplazaron las ventanas existentes por un sistema de vidrio cámara en marco de PVC en cuyo trabajo también se realizaron trabajos para minimizar las fugas.

Se realizó la mejora de aislamiento acústico en las fachadas reemplazando las ventanas existentes por un sistema de cámara en marco de PVC las cuales son usadas para minimizar las fugas de ruido.

Tabla N° 12 Conformación de producto

ANTES	DESPUES
	
Línea de embutición y formado de cilindros antes del proyecto de insonorización se identifica las ventanas existentes elaboradas con marcos metálicos y vidrio.	Cambio de ventanas metálicas por ventanas con marcos PVC con sistema de cámara de vidrio encapsulado.

Fuente: Autor

En las prensas 1 y 2 se realizó la implementación de encierros acústicos para los motores de las prensas de embutición, las cuales incluyen silenciadores tipo vouler con un 40% de superficie abierta, los encierros están elaborados con tol y fibra de vidrio.

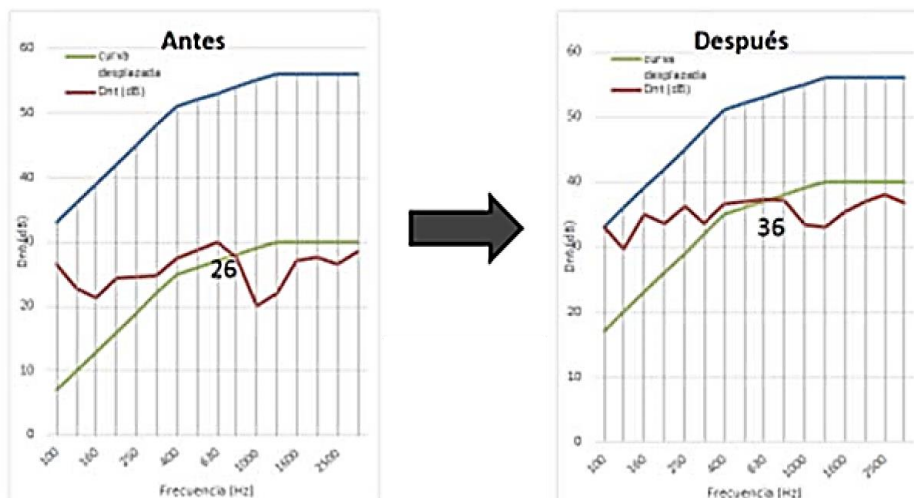
Tabla N° 13 Motor prensa 1 y 2

ANTES	DESPUES
	
Motor principal presnsa 1 antes del proyecto de insonorización.	Encierros al motor principal presna 1 elaborado con chapa metálica lisa y perforada en la parte interna encapsulado con lana de vidrio.
	
Motor principal presnsa 2 antes del proyecto de insonorización.	Encierros al motor principal prensa 2 elaborado con chapa metálica lisa y perforada en la parte interna encapsulado con lana de vidrio.

Fuente: Autor

AISLAMIENTO ACUSTICO DE FACHADA:

Gráfica 12: Niveles de aislamiento acústico antes y después embutición



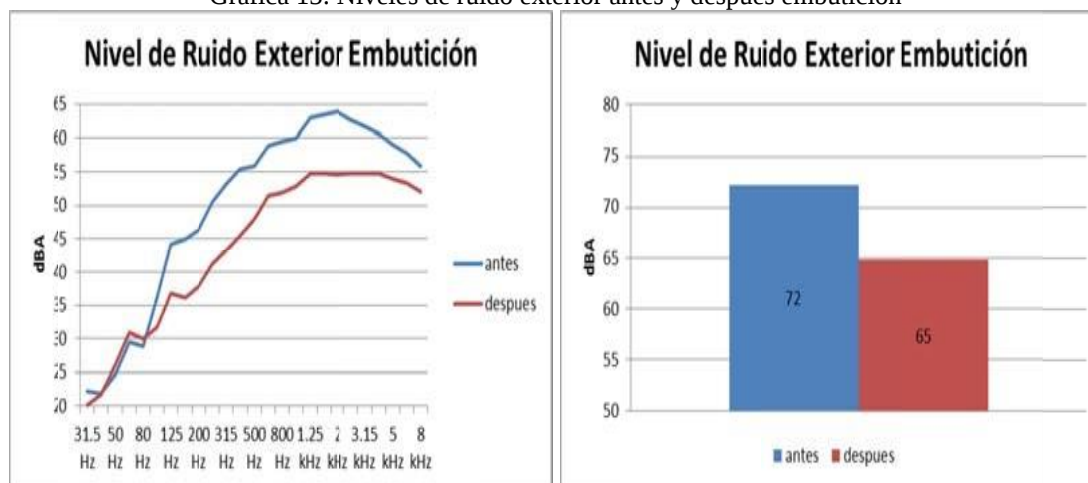
Fuente: Empresa Decibel

Como se puede observar el aislamiento acústico mejoró en 10 dB una vez implementados los medios de insonorización.

NIVELES DE RUIDO EXTERNO:

En el exterior del área de embutición se registró una disminución de 7dBA. No fue posible registrar el nivel de ruido específico que el proceso de embutición transmite hacia el exterior, una vez implementadas las medidas de control de ruido, ya que en este punto el ruido que produce la caída de agua del sistema y proceso de enfriamiento determina el mínimo valor que será posible medir.

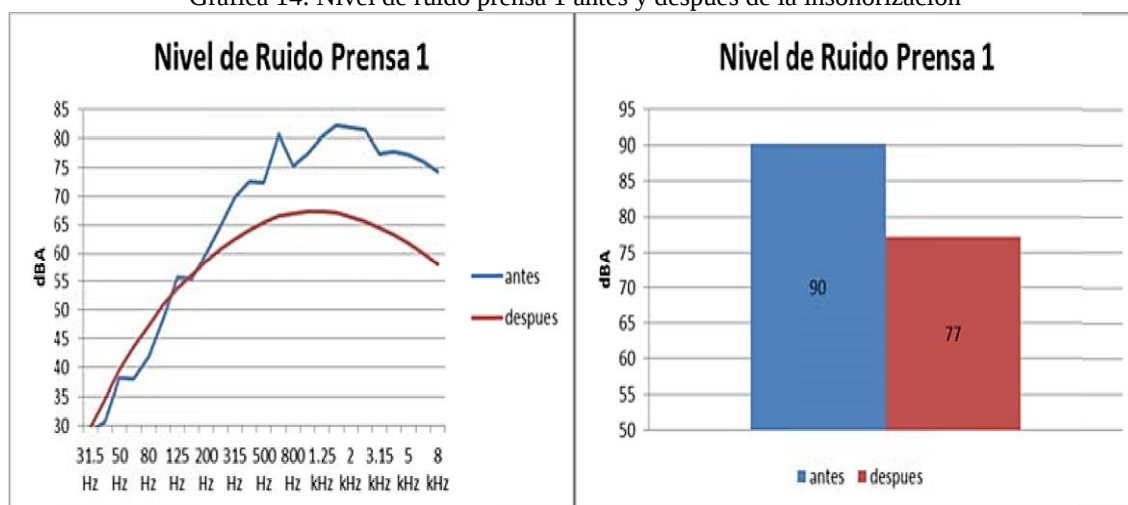
Gráfica 13: Niveles de ruido exterior antes y después embutición



Fuente: Empresa Decibel

NIVELES DE RUIDO INTERNO:

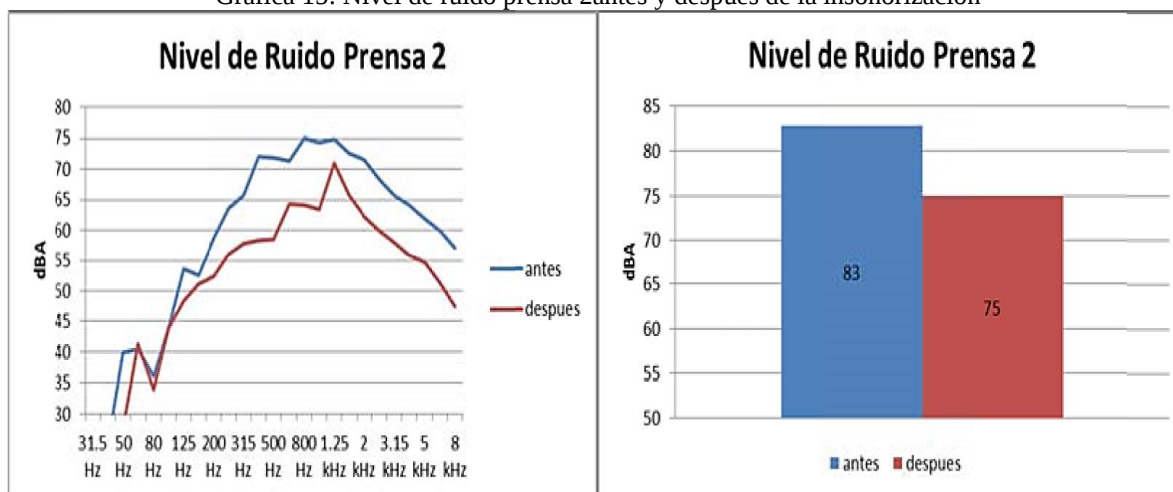
Gráfica 14: Nivel de ruido prensa 1 antes y después de la insonorización



Fuente: Empresa Decibel

A continuación se muestran los resultados de implementar los encierros acústicos en las prensas de embutición 1 se logró una atenuación de 13dB.

Gráfica 15: Nivel de ruido prensa 2 antes y después de la insonorización

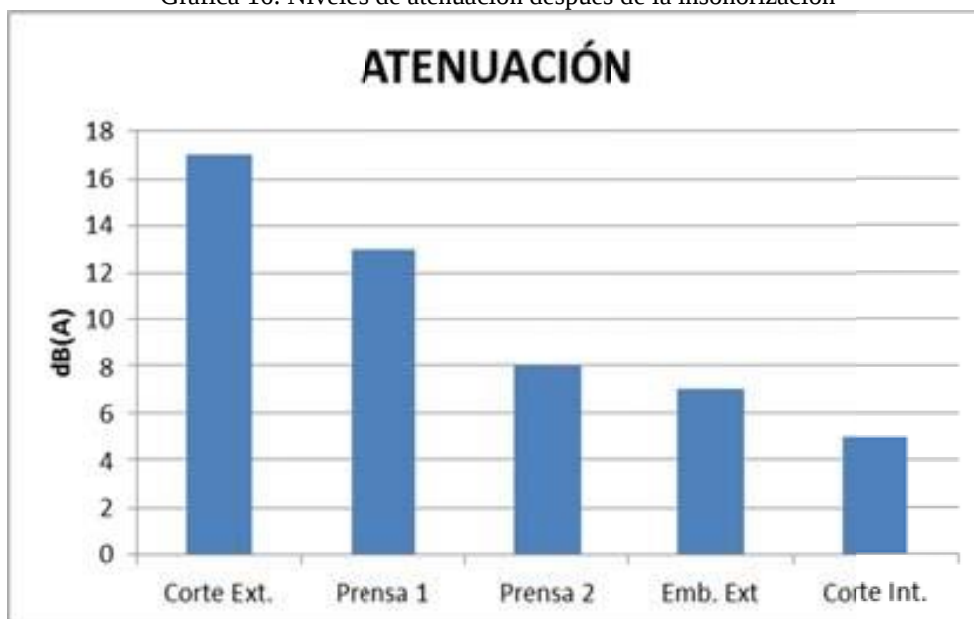


Fuente: Empresa Decibel

Como se puede observar en la prensa 2 se logró una atenuación de 8dBA en el motor.

La siguiente gráfica resume las atenuaciones logradas en cada uno de los sitios que fueron intervenidos. Se observa que la mayor atenuación se logró en el exterior del área de corte (17dBA), seguido de la prensa 1 (13dBA), la prensa 2 (8dBA), el exterior del área de embutición (7dBA) y finalmente el interior del área de corte (5dBA).

Gráfica 16: Niveles de atenuación después de la insonorización



Fuente: Empresa Decibel

Resultados de ruido laboral obtenidos en línea de corte:

Tabla N° 14 Análisis de mediciones de ruido laboral línea de corte

Puesto de trabajo evaluado	Línea de Corte
Actividad definida	Acomodador de discos
Definición de la actividad evaluada	La persona se encuentra sentada en la parte inferior de la troqueladora acomodando los discos de acero que corta la misma
Fuente de ruido identificada	El ruido es producido por la prensa hidráulica al momento de realizar el corte de la plancha de acero para darle la forma redonda
Instrumento empleado en la medición	Sonómetro CEL-620B, Marca CASELLA (incluye micrófono y cables asociados). Número de serie 3921047. Fecha de la última calibración: 19/07/2017

Registro fotográfico	
LAeq (dB) obtenido (julio 2018)	88,4 dB (A) (+-0,5dB)
LAeq (dB) obtenido (junio2019)	83,5 dB (A) (+-0,5 dB)
Número de trabajadores expuestos	6 trabajadores expuestos por turno

Fuente: Autor Visita in-situ

En las mediciones de ruido laboral en el área de corte existe un baja de 4 dB dando cumplimiento a la norma.

Área de embutición:

Resultados de ruido laboral obtenidos prensas 1 y 2:

Tabla N° 15 Medición de ruido laboral embutición

Puesto de trabajo evaluado	Prensas 1 y 2 - Embutición
Actividad definida	Embutición
Definición de la actividad evaluada	El trabajador ingresa la plancha de acero (que tiene forma redonda) a la máquina ONA-PRES) (ejerce presión sobre la plancha de acero para dar la forma superior e inferior al cilindro de GLP (premolde). El proceso es semiautomático, es por ello que la participación del trabajador principal.
Fuente de ruido identificada	Choque de la prensa hidráulica sobre la plancha de acero para dar forma de casquete
Instrumento empleado en la medición	Sonómetro CEL-620B, Marca CASELLA (incluye micrófono y cables asociados). Número de serie 3921047. Fecha de última calibración: julio 2017.
Fecha de la medición	Julio 2018

Registro fotográfico	
LAeq (dB) obtenido (julio 2018)	88 dB (A) (-0,3 dB)
LAeq (dB) obtenido (junio 2019)	83,5 dB(A) (-0,3 dB)
Número de trabajadores expuestos	1 por máquina

Fuente: Autor Visita in-situ

Resultados de monitoreo de ruido ambiental:

Tabla N° 16 Resultados de monitoreo de ruido ambiental

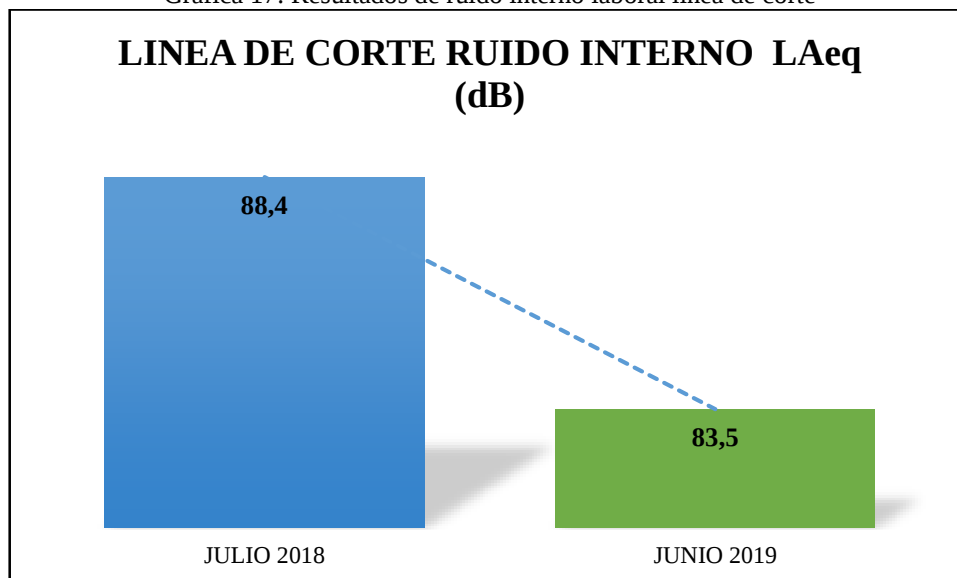
Punto de monitoreo	Monitoreo octubre 2018 dB	Incertidumbre dB	Monitoreo junio 2019	Diferencia dB
Junto al comedor	53	+/-1,9	53	0
Lindero conjunto San Felipe	57	+/-3,5	43,8	6,2
Entrada lateral	56	+/-1,7	48,5	7,5
Exterior de la planta	57	+/-3,3	56	1
Entrada principal	54	+/-1,6	50,8	3,2
Lindero conjunto La Arcadia	51	+/-1,8	55	+4
Lindero condominios	54	+/-3,5	53	1

Fuente: Autor

3.1.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS DE RUIDO INTERNO EN LINEA DE CORTE

Gráfica 17: Resultados de ruido interno laboral línea de corte

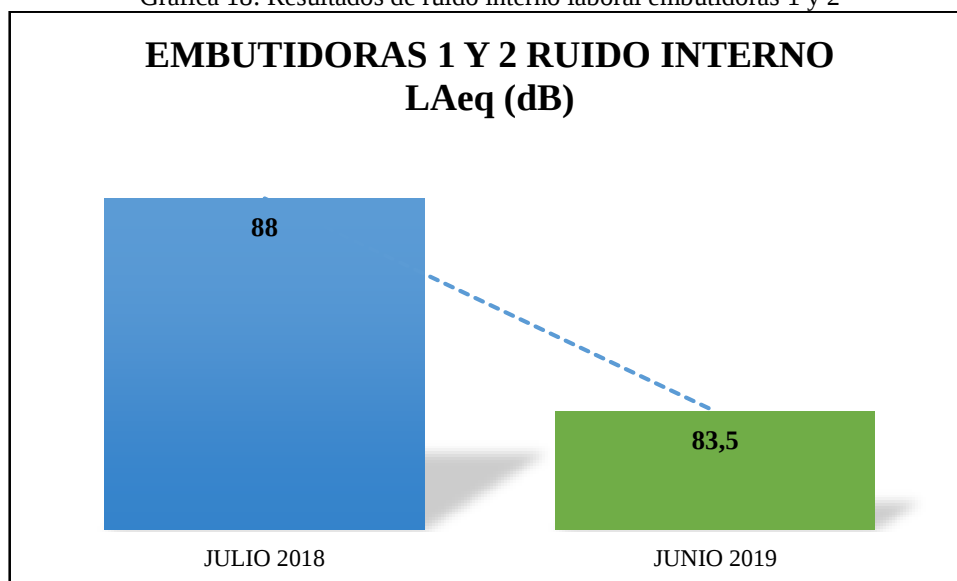


Fuente: Autor

Se puede evidenciar la disminución de ruido en los puestos de trabajo de línea de corte en 4.9 dB.

RESULTADOS DE RUIDO INTERNO EMBUTIDORAS 1 Y 2

Gráfica 18: Resultados de ruido interno laboral embutidoras 1 y 2

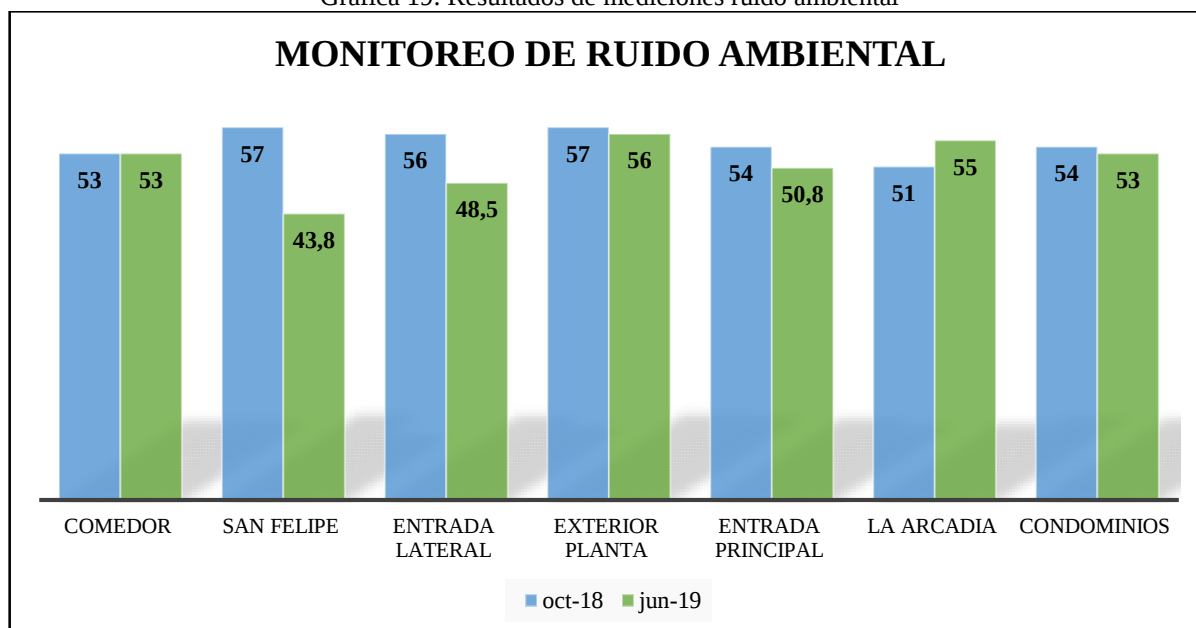


Fuente. Autor

Se puede evidenciar la disminución de ruido interno de las embutidoras es de 4,5 dB.

RESULTADOS DE MEDICIONES RUIDO AMBIENTAL

Gráfica 19: Resultados de mediciones ruido ambiental



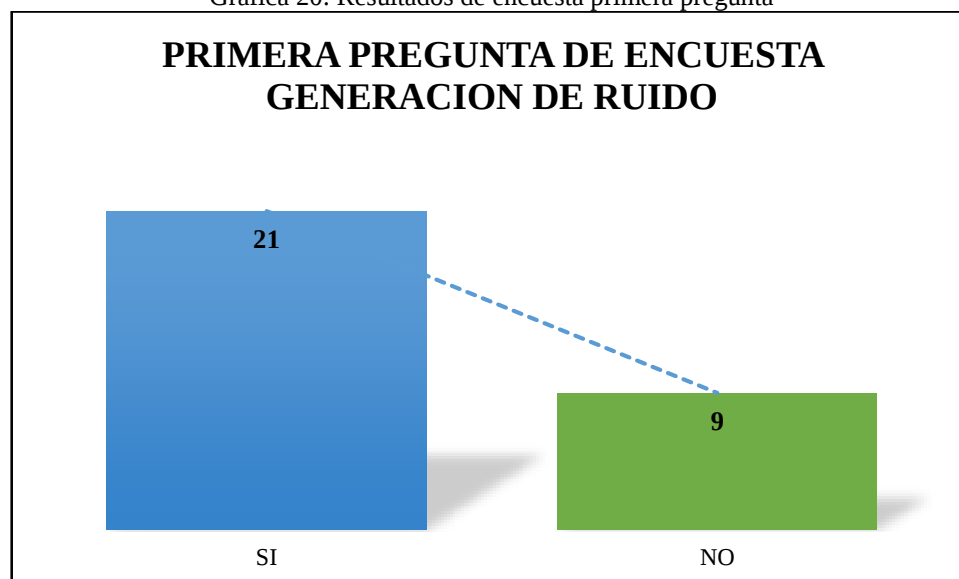
Fuente. Autor

Se puede evidenciar la disminución de ruido ambiental en varios puntos de la planta disminuye.

ANÁLISIS DE RESULTADO DE ENCUESTAS

PRIMERA PREGUNTA: La planta Tecnoesa siempre genera ruido

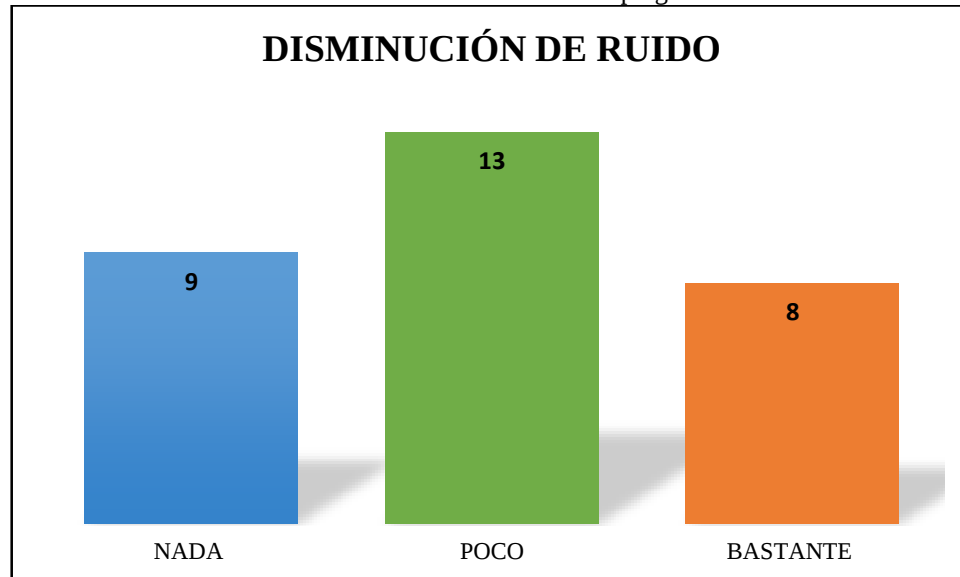
Gráfica 20: Resultados de encuesta primera pregunta



Fuente: Autor

SEGUNDA PREGUNTA: Últimamente ha disminuido el nivel de ruido de la planta Tecnoesa

Gráfica 21: Resultado de encuesta pregunta 2



Fuente: Autor

3.2 APLICACIÓN PRÁCTICA

Una vez analizados los resultados obtenidos de las mediciones de ruido interno y externo de la planta existe una disminución de ruido considerable evitando que el trabajador esté sobreexpuesto al mismo, de la misma manera cabe mencionar que los trabajadores rotan por diferentes puestos de trabajo de la planta evitando la exposición continua.

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES

- La generación de ruido de la planta Tecnoesa es inevitable debido a las actividades propias para la fabricación de cilindros de GLP.
- El ruido interno en la línea de corte ha disminuido una vez implementados los medios de insonorización mejorando así el ambiente laboral, consiguiendo así un ambiente de trabajo más seguro y saludable.
- El ruido interno de las embutidoras 1 y 2 ha disminuido una vez implementados los medios de insonorización mejorando así el ambiente laboral de la planta, consiguiendo así mejorar el ambiente de trabajo.
- La percepción de los trabajadores de las prensas 1 y 2 una vez implementados los medios de insonorización reconocen que la disminución de ruido es notable en el área.
- El monitoreo de ruido ambiental nos muestra la disminución de ruido en varios puntos de la planta, lo cual nos da a entender que los medios de insonorización si muestran resultados favorables.
- Actualmente se cuenta con una puerta corrediza de ingreso para el personal a la línea de producción, la misma que representa un punto de fuga de ruido.
- Actualmente existen ventanas en la parte frontal de la infraestructura de embutición las cuales representan un punto de fuga de ruido.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda modificar la puerta de ingreso de personal al área de producción por una puerta con sistema absorbente de ruido y cierre abatible.
- Cambio de las ventanas existentes entre la línea de producción y oficinas administrativas por ventanas de PVC con sistema de encapsulado absorbente de ruido.
- Dados los resultados y la eficacia de la insonorización, recomendamos que en todo proceso de diseño industrial se ampare la insonorización de las fuentes generadoras de ruido.

BIBLIOGRAFÍA

- CORTÉS, J. (2012). *SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO, TÉCNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES*. MADRID .
- CREUS, A. (2013). *TÉCNICAS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES* . ESPAÑA.
- CYRIL, H. (1998). *MANUAL DE MEDIDAS ACUSTICAS Y CONTROL DE RUIDO* . ESPAÑA .
- DATTAWYLER, A. (2013). *PLAN DE DESARROLLO Y COMERCIALIZACION PARA SISTEMAS DE INSONORIZACIÓN DE GENERADORES INDUSTRIALES* . CHILE.
- ETXEBARRIA, G. (2008). *MANUAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES* . ESPAÑA.
- FALAGAN, M. (2008). *HIGIENE INDUSTRIAL APLICADA* . ESPAÑA.
- FUNDACIÓN MAFRE. (2003). *MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL* . ESPAÑA .
- GLYNN, H. (1999). *INGENIERÍA AMBIENTAL* . MÉXICO.
- GOMEZ, G. E. (2006). *MANUAL PARA LA FORMACION EN PREVENCION DE RIEGOS LABORALES*. BARCELONA.
- GONZÁLEZ, A. (2009). *MANUAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES*.
- HARRIS, C. (1995). *MANUAL DE MEDIDAS* . ESPAÑA.
- <https://aislacustic.com/definicion-aislamiento-acustico>. (2015).
- <https://sonoras.wordpress.com>. (2010).
- MENDEZ, F. (2009). *HIGIENE INDUSTRIAL: MANUAL PARA LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTA*. ESPAÑA .
- PAZ, J. (2013). *INGENIERÍA ACÚSTICA PARA ESTUDIANTES Y PROFESORES EN HIGIENE Y SEGURIDAD* . ARGENTINA.

ANEXOS