



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA
DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A,
EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Fonseca González Bryan Patricio

Tutor

PhD. Escudero Villa Pedro Fernando

AMBATO– ECUADOR
2023

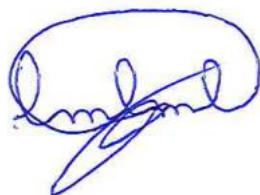
**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Bryan Patricio Fonseca González, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “IMPLEMENTACIÓN DE CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”, como requisito para optar al grado de ingeniero industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 23 días del mes de marzo del 2023, firmo conforme:



Autor: Bryan Patricio Fonseca González
Número de Cédula: 1752770964
Dirección: Cotopaxi, Latacunga, La matriz, La Fae.
Correo Electrónico: pato9824@gmail.com
Teléfono: 0983504727

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” presentado por Bryan Patricio Fonseca González, para optar por el Título de Ingeniería Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

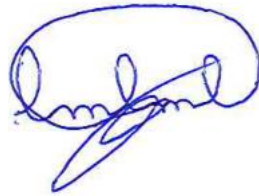
Ambato, 23 de marzo del 2023

.....
PhD. Escudero Villa Pedro Fernando

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 23 de marzo del 2023



.....
Fonseca González Bryan Patricio
1752770964

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 23 de marzo del 2023

.....

PhD. Thirumuruganandham Saravana Prakash

Lector

.....

Mg. Saá Tapia Fernando David.

Lector

DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado primeramente a mis padres ya que con esfuerzo y sacrificio estuvieron a mi lado para apoyarme en las buenas y en las malas, a todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo de integración curricular se realice y esperan que como ingeniero triunfe cada día más.

Dedico también este trabajo a mi tutora de la empresa Johanna Perrazo y a mi tutor individual Pedro Escudero quienes han estado siempre pendientes de cómo va avanzando este proyecto que se presentó. Dedico también a las personas de la empresa quienes me ayudaron hacer este proyecto de integración de manera eficaz y eficiente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por haberme dado la vida, a mi papa quien ha estado apoyándome con el conocimiento que él cuenta por sus años laborales, a mi mamá por el apoyo emocional ya que siempre me ha dado fuerza para seguir en mis estudios cada día, a mis hermanos que entre tantas peleas hemos estado ahí para apoyarnos del uno al otro.

A mis cuatro mejores amigos Darwin, Josué, Peter, Luis los cuales los considero como hermanos siempre hemos estado ahí para apoyarnos, reírnos de las locuras que vivimos y experiencias nuevas.

Un gran agradecimiento a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. que me abrió las puertas primero para hacer mis practicas preprofesionales ya que aquí aprendí mucho de cómo es una industria y sus procesos, luego me abrieron las puertas para realizar mi trabajo de integración curricular el cual se enfoca en cuidar la salud auditiva de sus trabajadores, también me dejo conocer y llevarme bien con buenos profesionales como lo son Jorge Granda, Juan Aguirre, Juan Garzón, Olger Amores, José Fonseca, Oscar Salazar ellos han sido grandes tutores y maestros en este corto tramo de aprendizaje.

Un enorme agradecimiento a Johanna Perrazo quien con su amplio conocimiento me ha enseñado mucho sobre su experiencia laboral y ha sido quien también me ha guiado en este trabajo de integración curricular.

Agradezco también a los docentes de la carrera quienes me han enseñado una parte de todo su conocimiento, anécdotas que les ha pasado en su vida laboral y como se podría solucionar. A mi tutor de tesis de la universidad quien me apporto ideas de como complementar más este trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xiii
Abstract.....	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	2
Justificación.....	3
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Diagnóstico de la situación actual de la empresa	5
Área de estudio	10
Modelo Operativo.....	11
Desarrollo del modelo operativo	12

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta	15
Desarrollo de cámaras.....	19
Resultados esperados	24
Cronograma de actividades	26

Análisis de costos	27
Análisis de costo y tiempo. (curva “S”)	28

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	29
Recomendaciones	30
Bibliografía.....	31
ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nivel de exposición / jornada laboral.....	8
Tabla 2: Evaluación de protectores auditivos.....	9
Tabla 3: Población y muestra	9
Tabla 4: Área de estudio.....	10
Tabla 5: Características de los materiales	15
Tabla 6: Evaluación de colocación adecuada de protectores auditivos.....	18
Tabla 7: Toma de datos mañana.....	37
Tabla 8: Toma de datos Tarde	38
Tabla 9: Toma de datos Noche	40
Tabla 10: Toma de datos Velada.....	41
Tabla 11: Promedio de datos punto 1	43
Tabla 12: Promedio de datos punto 2	43
Tabla 13: Promedio de datos punto 3	43
Tabla 14: Promedio de datos punto 4	43
Tabla 15: Promedio de datos punto 5	44
Tabla 16: Promedio de datos punto 6	44
Tabla 17: Comparación de datos de medición	44
Tabla 18: Datos de humedad	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Promedio de datos criba auxiliar.	5
Figura 2: Promedio de datos conectado al caldero.....	6
Figura 3: Promedio toma de datos secadero ventilador (M350).....	6
Figura 4: Toma de datos Lijadora	7
Figura 5: toma de datos secadero ventilador (M355).....	7
Figura 6: Toma de datos Ruido ambiente.	8
Figura 7: Puntos de toma de datos de ruido.	10
Figura 8: Modelo operativo.....	11
Figura 9: Combinación Espuma-Acero.....	16
Figura 10: Combinación Espuma-Madera	17
Figura 11: Combinación Espuma-Cerámica	17
Figura 12: Combinación Espuma-Plástico.....	18
Figura 13: Se observa la vista isométrica de la cámara acústica cuadrada y en el anexo 14 se encuentran los planos de la cámara acustica (Diseño 1).	19
Figura 14: Mallado de la cámara acústica, en el literal a se puede observar la vista frontal y en el literal b se puede observas la vista posterior.	20
Figura 15: Resultados de la simulación.....	20
Figura 16: Prototipo.	21
Figura 17: Paredes de la cámara acústica.	21
Figura 18: Implementación de la cámara acústica.	22
Figura 19: Se observa la vista isométrica de la cámara acústica con cúpula y en el anexo 15 se encuentran los planos de la cámara acustica (Diseño 2).....	22
Figura 20: Mallado de la cámara acústica con cúpula.	23
Figura 21: Resultados de la simulación de la cámara acústica con cúpula.	23
Figura 22: análisis onda de sonido en el ambiente.....	24
Figura 23: Comparación de resultados.....	25
Figura 24: Comparativa de costo y tiempo total	28
Figura 25: Árbol de problemas.....	32
Figura 26: Plan de actividades final.	35
Figura 27: Datos de espuma acústica.	36
Figura 28: Matriz de equipos de protección.....	36
Figura 29: Toma de datos ruido del ventilador M350.....	45

Figura 30: Comparación de toma de datos ruido.	45
Figura 31: Toma de datos implementación de la cámara acústica.	46
Figura 32: ingreso de aire en el ventilador M350 luego de la implementación equipo anemómetro	46
Figura 33: Prototipo de cámara acústica y medición de reducción.....	47
Figura 34: probetas para evaluación de aislante acústico de protectores tipo copa y de tipo inserción	47
Figura 35: Listado de evaluación de protectores auditivos.....	48
Figura 36: Evaluación de protección personal.	48
Figura 37: Resultados aplicando la guía de 3M.	49
Figura 38: Fabricación de cámara acústica.	49

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN.
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.

AUTOR: Fonseca González Bryan Patricio.

TUTOR: PhD. Escudero Villa Pedro Fernando.

Resumen Ejecutivo

Los niveles de hipoacusia en el Ecuador son alarmantes, llegando a un 40% de trabajadores con dicha enfermedad. Una de las problemáticas es la falta de aislamientos en las fuentes de generación de ruido. Con el propósito de dar una solución en el área de lijado y clasificación de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en este trabajo de titulación se plantea la implementación de una cámara acústica, para llevar a cabo esta propuesta se realiza el diseño y la simulación usando herramientas CAD y método de elementos finitos (FEM) orientados disponer de un diseño de montaje sencillo, se fabrica usando herramientas de prototipado rápido. Se utiliza materiales disponibles en el medio local (madera, espuma, metal) con el objetivo de minimizar el peso de la cámara, además de reducir los costos de fabricación. El modelo inicial de la cámara fue implementado y evaluado mediante pruebas de funcionamiento y seguimiento mediante toma de medidas de niveles de ruido en los trabajadores. De este proceso se obtuvo una reducción del 15% del ruido, y mejoró a un 44% con el uso adicional de orejeras. Estos valores permitieron obtener valores por debajo del límite del decreto 2393 en un 27%.

Palabras clave: herramientas CAD, hipoacusia, implementación, límite del decreto 2393.

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN.
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

SUBJECT: IMPLEMENTATION OF AN ACOUSTIC CHAMBER FOR THE VENTILATION SYSTEM IN THE COMPANY AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, IN THE CITY OF LATACUNGA.

AUTHOR: Fonseca González Bryan Patricio.

TUTOR: PhD. Escudero Villa Pedro Fernando.

Abstract

The levels of deafness are alarming in Ecuador, reaching 40% of workers with this disease. One of the problems is the lack of isolation from noise generation sources. To provide a solution in the sanding area and classification at “Cotopaxi S.A” chipboard company. This degree work proposes the implementation of an acoustic chamber. In order to carry out this proposal, the design and simulation are carried out using CAD tools and the finite element method (FEM) focused on providing a simple assembly design, which is manufactured using rapid prototyping tools. Locally available materials are available (wood, foam, metal) to minimize the chamber weight; in addition, to reducing manufacturing costs. The initial model of the chamber was implemented and evaluated through test runs and follow-up by taking noise level measurements on workers. A 15% noise reduction was obtained from this process and improved to 44% with the additional use of earmuffs. These values allowed obtaining the values below the decree limit of 2393 by 27%.

Keywords: CAD tools, deafness, implementation, decree limit of 2393.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el mundo las enfermedades profesionales relacionadas a la hipoacusia representan el 12% y estas pueden ser atribuidas al alto ruido generado por la maquinaria y procesos productivos (Organización Mundial de la Salud 2022), El 40% de los trabajadores en las industrias normalmente se ven expuestos a niveles de ruidos elevados que fluctúan entre 90 decibeles o superiores, cuando los niveles de ruido superan este valor, los trabajadores podrían sufrir una pérdida de audición a los 65 años o presentar una sordera severa (González 2008).

En Ecuador se encuentra en vigencia el Reglamento de Seguridad, Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, decreto ejecutivo 2393 con fecha de expedición 17 de noviembre de 1986 (Instituto Ecuatoriano de seguridad social 2020). Este reglamento es el principal documento legislativo que propone disposiciones para la industria mediante artículos enfocados en la mejora del ambiente de trabajo como la prevención de los riesgos físicos y biológicos que se podrían presentar en la industria. (Rodríguez 2016)

La exposición a sonidos (bajo nivel de 65 a 85 decibelios dBA) durante una jornada de ocho horas laborales podría llegar a causar la pérdida irreversible de la audición de ambos oídos, esta podría ser una enfermedad ocupacional acumulativa o comúnmente llamado hipoacusia (Hernández Díaz y González Méndez 2007), la cual está descrita en el decreto 2393 que la exposición para los trabajadores no debe superar el valor de 85 dBA en su jornada laboral. Si la exposición supera la norma, el trabajador debe reducir el tiempo de exposición para cumplir la norma y poder asegurar la salud de los trabajadores.(Instituto Ecuatoriano de seguridad social 2020)

La provincia de Cotopaxi se encuentra en inicios de industrialización y dentro de su parque industrial se encuentra Aglomerados Cotopaxi, industria que se dedica a la fabricación de tableros aglomerado y MDF (Medium Density Fiber Board), en su planta se puede validar que la producción de tableros genera altos niveles de ruido debido al

funcionamiento de la maquinaria que se necesita para la transformación de la madera; incrementando el riesgo de sufrir hipoacusia en los trabajadores.

Con el propósito de minimizar el riesgo auditivo en los trabajadores, en este trabajo de titulación se implementa métodos de control de ingeniería para disminuir los impactos de dBA a los que están expuestos los colaboradores la empresa. Se realiza un análisis de exposición se procede a validar los materiales, diseños que se puedan aplicar para minimizar este impacto, simulación del funcionamiento, fabricación y implementación de la cámara acústica en la empresa.

Mediante una visita con el área de SI (Seguridad Industrial) al proceso productivo de fabricación de tableros aglomerados, se valida que los sitio con mayor exposición a ruido son los ventiladores de proceso de secado proponiendo así fabricar una cámara acústica en el ventilador. Desarrollando así las distintas fases de este proyecto.

Antecedentes

“Los casos de enfermedad de hipoacusia en la industria han ido en incremento, es así como en el 2014 en el artículo de (Decker Ubilla, 2014) los autores realizaron el trabajo de diseño de un programa de vigilancia de la salud auditiva”, evaluaron las condiciones en las que se desarrolla la actividad laboral y se determinan aquellas situaciones que puedan poner en riesgo la salud de los trabajadores, causando en la mayoría de los casos un déficit auditivo. En este trabajo se concluye que la pérdida auditiva afectada por el ruido laboral, relacionada con los niveles elevados de presión sonora. (Decker Ubilla 2014)

No obstante, en el 2020 el artículo de (Chiles Rodríguez y González, 2020) con el tema de “Prevalencia de hipoacusia laboral en trabajadores expuestos a ruido por instrumentos musicales en el Municipio de Ibarra en el 2017 – 2018” Al realizar el estudio encontró que en el 2017 el porcentaje de hipoacusia fue del 37%, mientras que este valor aumento para el 2018 encontrándose un porcentaje de hipoacusia en general del 43%. No obstante, la conclusión es que el 100% de los trabajadores que presentan hipoacusia es bilateral. (Chiles Rodríguez y González 2020)

Es así como en el 2021 en el artículo de (Gonzalez Ortiz, 2021) se determinó evidencia necesaria para aceptar que existe una asociación o relación que permitiría afirmar que la hipoacusia tiene una influencia significativa en el ausentismo de los trabajadores en la planta MOLICAL S.A.C. En este estudio también se ha determinado

que los altos niveles de hipoacusia afectan negativamente a los trabajadores de la planta en un 66.1%. (Gonzales Ortiz 2021)

En el 2022 en el artículo de (Mayorga y Morejón, 2022) con la idea de “hipoacusia inducida por ruido ocupacional”, Este documento llega a la idea de una exposición a altos niveles de ruido el cual da como resultado la enfermedad de hipoacusia, sino que logra conllevar un equilibrio entre la conservación de la audición y el desarrollo económico. En esta investigación se indica que la exposición de los trabajadores a altos niveles de dBA es un importante problema de salud pública. (Mayorga y Morejón 2022)

Justificación

Hay un gran interés en la empresa AGLOMERADOS COTOPAXI S.A por realizar un levantamiento de los niveles de ruido en el área de lijado y clasificación, y el impacto que está produciendo en sus trabajadores específicamente el ruido que genera el ventilador M350.

La **importancia** de este trabajo radica en minimizar los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores en el área en mención, esto mediante una evaluación acústica para poder establecer una relación entre ruido medidos y los límites de exposición permitidos según la normativa vigente

Existe **factibilidad** por ser liviano, al usar el material que produce la empresa se abarata costos y por el fácil desmontaje para realizar una inspección de la cámara acústica, para esto se cuenta con recursos bibliográficos y tecnológicos necesarios, así como se cuenta con los accesos a la información de la empresa.

La **utilidad** de la cámara acústica es reducir los niveles de ruido que se genera en el sistema de ventilación de la empresa en un 15%, con el fin de precautelar la salud de los trabajadores.

Los **beneficiarios** de este proyecto serán directamente los operadores del área de lijado y clasificación de la empresa, además contribuirá para que se disponga como reducción de ruido en algún otro sitio que se requiera. Esto será cumplido si se logra reducir el ruido por debajo de lo que establece el decreto 2393 que son 85 dBA.

Objetivo General

Implementar una cámara acústica para el sistema de ventilación en la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, de la ciudad de Latacunga.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de la necesidad de una cámara acústica en el ventilador M350 de la empresa, con datos en decibelios que genera el ventilador, mediante control de ingeniería.
- Desarrollar una cámara acústica para el ventilador M350, comparando diferentes tipos de materiales, bajos niveles de decibelios dBA.
- Evaluar el aislamiento sonoro de la cámara acústica implementada en el ventilador M350, mediante toma de datos por sonómetro, efectividad de reducción acústica que ofrece la instalación.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Los trabajadores de Aglomerados Cotopaxi S.A son afectados por el nivel de exposición a dBA elevados a las que se exponen, por tal razón pueden verse afectados con la enfermedad de hipoacusia sin embargo en la pirámide invertida de seguridad tenemos que aplicar antes un control de ingeniería. Se realiza la toma de datos en dBA en 6 puntos diferentes al ventilador M 350 para saber con cuanto nivel de ruido está presente la zona.

El primero punto está en la criba auxiliar del área del secado y como se puede ver en la gráfica tenemos representado los 5 días de medidas tomadas. Los datos de la (Tabla 11).

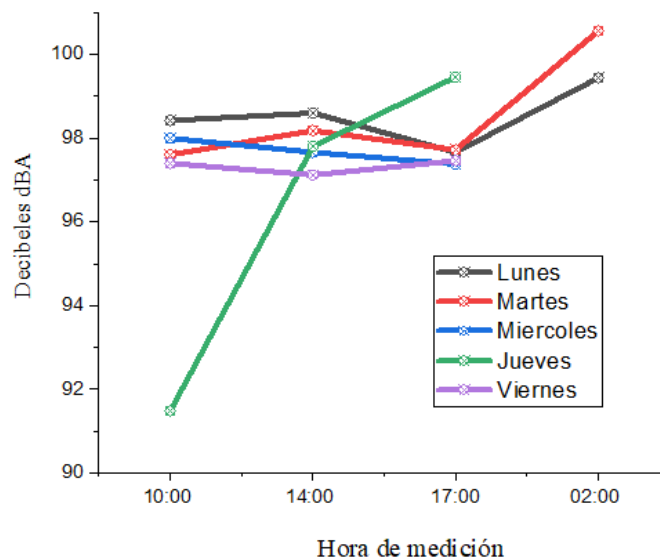


Figura 1: Promedio de datos criba auxiliar.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En el segundo punto tenemos el quemador y la mufla y de igual manera tomado los datos en 5 diferentes días. Los datos de la (Tabla 12).

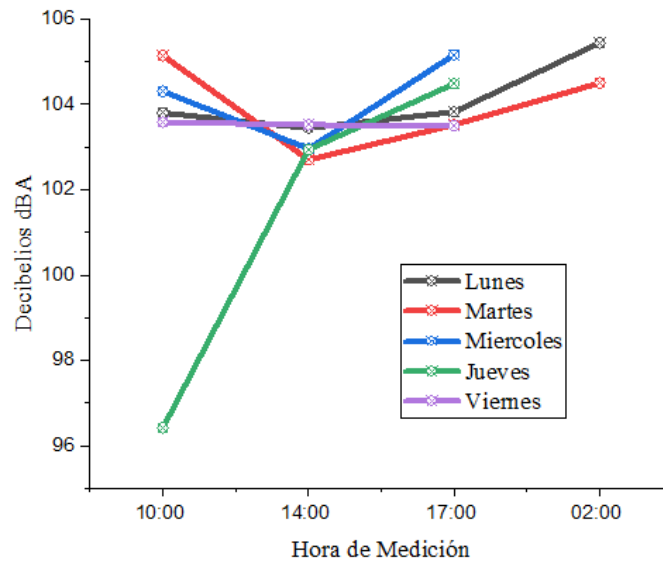


Figura 2: Promedio de datos conectado al caldero.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

El tercer punto se halla en Ventilador (M350) de igual manera las mediciones tomadas 5 días diferentes. Los datos de la (Tabla 13).

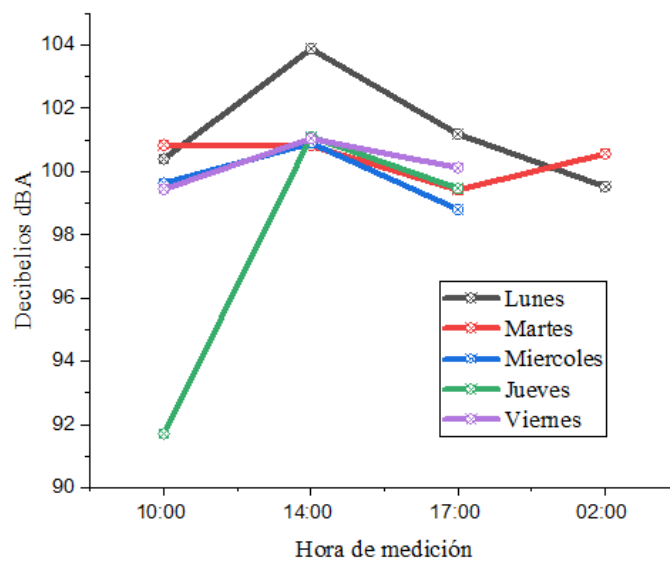


Figura 3: Promedio toma de datos secadero ventilador (M350).

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

El cuarto punto está ubicado en la lijadora (silo de polvo) de igual manera se tomaron los datos 5 días diferentes. Los datos de la (Tabla 14).

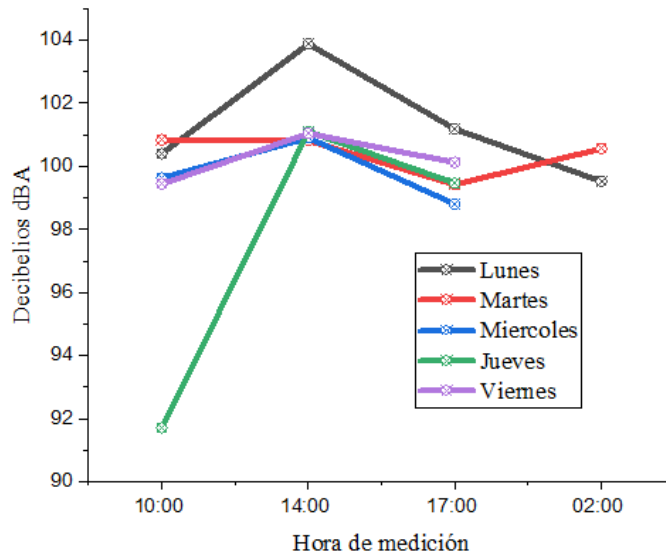


Figura 4: Toma de datos Lijadora

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

El quinto punto se ubica en el ventilador (M355) de igual manera 5 mediciones durante diferentes días. Los datos de la (Tabla 15).

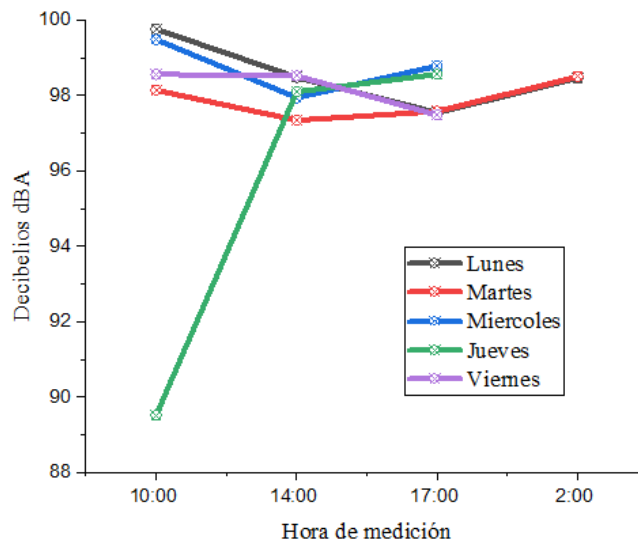


Figura 5: toma de datos secadero ventilador (M355).

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

El sexto punto se encuentra ubicado en el ruido ambiente que llega hacia los trabajadores el área de lijado y clasificación, aquí de igual manera se tomaron 5 mediciones durante diferentes días. Los datos de la (Tabla 16).

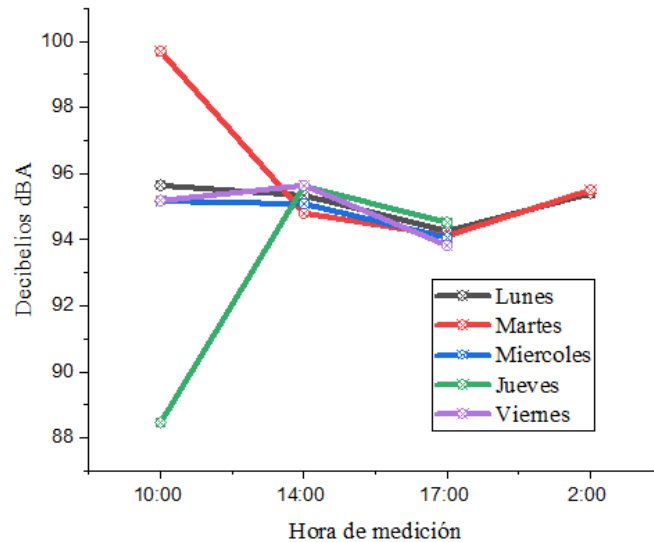


Figura 6: Toma de datos Ruido ambiente.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Revisión de las normas que rigen en el Ecuador.

Se investiga el Decreto 2393 en el capítulo 5, Art.55. Ruidos y vibraciones. En el numeral 7 indica, el ruido continuo, medidos en dBA, está relacionado con el tiempo de exposición según la siguiente tabla. Las cuales se deben cumplir para que los trabajadores no puedan presentar posibles enfermedades de hipoacusia como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Nivel de exposición / jornada laboral.

Nivel sonoro /dB (A)	Tiempo de exposición Por jornada/hora
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
110	15 min
115	9 min

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente:(Instituto Ecuatoriano de seguridad social 2020)

Evaluación de protectores auditivos

A los trabajadores se les debe evaluar la capacidad de aislamiento acústico que tienen con sus protectores auditivos, con ello podremos saber cuánta protección se lograría tener contra el nivel alto de ruido. En la Tabla 2 se puede evidenciar la cantidad de aislante acústico que el trabajador cuenta con sus protectores personales.

Tabla 2: Evaluación de protectores auditivos.

Empleados	Colocación del empleado	Tipo de protector personal
Empleado 1	5 dBA	Tipo Copa
Empleado 2	32 dBA	Tipo Copa
Empleado 3	23 dBA	Tipo Copa
Empleado 4	8 dBA	Tipo Inserción
Empleado 5	23 dBA	Tipo Inserción
Empleado 6	16 dBA	Tipo Inserción
Empleado 7	29 dBA	Tipo Copa
Empleado 8	26 dBA	Tipo Copa
Empleado 9	18 dBA	Tipo Inserción
Empleado 10	11 dBA	Tipo Inserción
Empleado 11	21 dBA	Tipo Inserción
Empleado 12	27 dBA	Tipo Inserción
Empleado 13	7 dBA	Tipo Inserción
Empleado 14	19 dBA	Tipo Inserción
Empleado 15	28 dBA	Tipo Inserción
Empleado 16	26 dBA	Tipo Copa
Empleado 17	24 dBA	Tipo Copa
Empleado 18	27 dBA	Tipo Inserción
Empleado 19	31 dBA	Tipo Inserción
Empleado 20	18 dBA	Tipo Copa
Empleado 21	20 dBA	Tipo Inserción
Empleado 22	1 dBA	Tipo Inserción
Empleado 23	10 dBA	Tipo Copa
Empleado 24	17 dBA	Tipo Inserción
Empleado 25	16 dBA	Tipo Copa

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Área de Lijado y Clasificación

En la Tabla 3 se describe la población de trabajadores, en el área de Lijado y clasificación con un total de 25 trabajadores todos del género masculino por la demanda de fuerza, con un rango de edad de veinte a cincuenta años los cuales se clasifican en: Operador, ayudante, operador montacargas.

Tabla 3: Población y muestra

Muestra	Cantidad de trabajadores
Operadores	4
Ayudante	17
Operador Montacargas	4

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Área de estudio

En la Tabla 4 se muestra el área de estudio, línea de investigación, campo, área, aspecto, espacial, temporal en donde se desarrollará el trabajo de integración curricular.

Tabla 4: Área de estudio.

Área de estudio	Bienestar laboral y ambiental.
Línea de investigación	Medio Ambiente de trabajo y Gestión de Riesgos laborales.
Campo	Ingeniería Industrial.
Área	Seguridad y Salud Ocupacional.
Aspecto	Riesgos Laborales
Espacial	La investigación se desarrolló en los espacios de la empresa AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.
Temporal	2022-2023

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fotografía de distribución de planta.

Se observa en la Figura 7 los puntos en los que se ha tomado la medición de ruido que puede generar el ventilador M350, durante diferentes jornadas y diferentes días.



Figura 7: Puntos de toma de datos de ruido.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Modelo Operativo

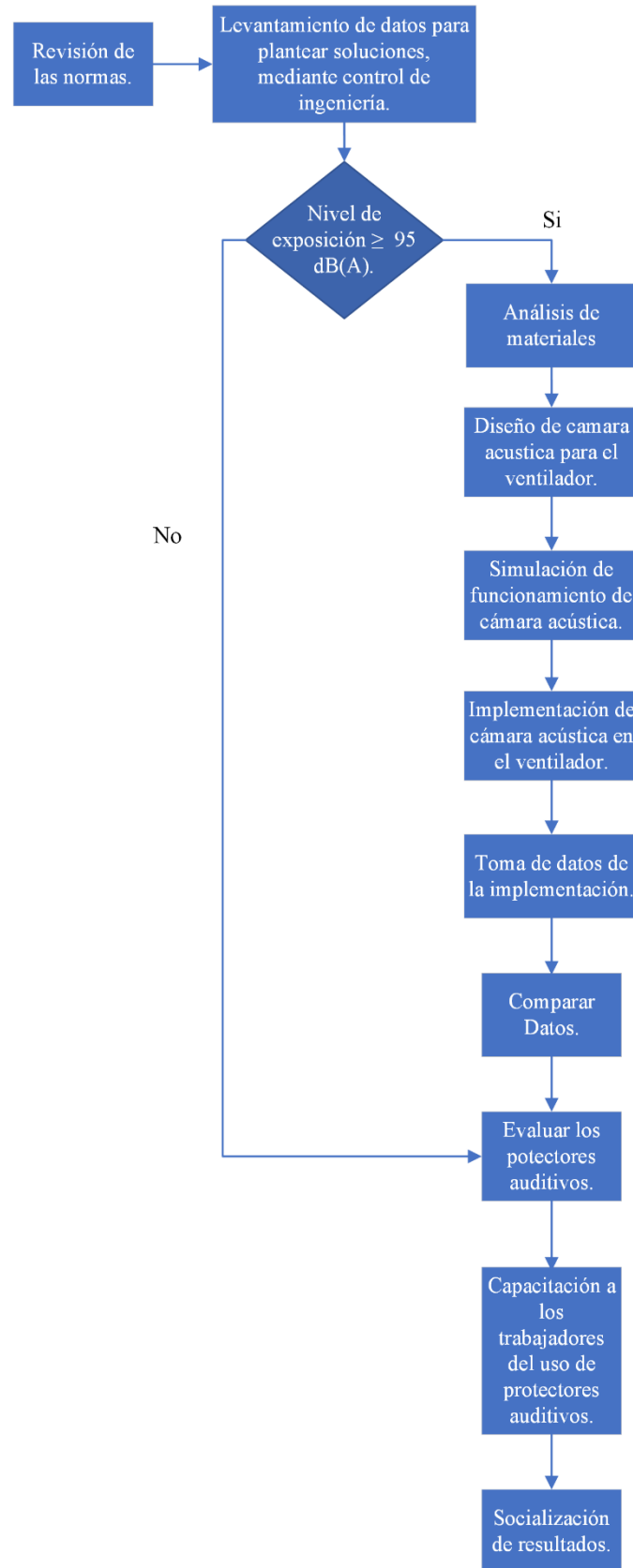


Figura 8: Modelo operativo

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Desarrollo del modelo operativo

Revisión de las normas

En esta sección se realiza una revisión del artículo 513 del IESS el cual incluye información detallada sobre el proceso de diagnóstico de una enfermedad ocupacional de acuerdo con los signos o síntomas que presenta el trabajador relacionando con una posible enfermedad profesional. Y el decreto 2393 el cual nos indica sobre el tiempo de exposición al ruido por jornada laboral.

Levantamiento de datos para plantear soluciones. Mediante control de ingeniería.

Se procede a verificar si los decibelios están elevados y este puede causar hipoacusia en los trabajadores cercanos a esta área con la ayuda del equipo sonómetro calibrado por la empresa DEGSO (expertos en seguridad ocupacional). Mediante un control de ingeniería se deberá hacer una mejora para este ventilador ya que este nivel es antes de aplicar la entrega de Equipos de protección personal EPPS (protección auditiva, guantes, casco, entre otros implementos).

Análisis de materiales

Se debe analizar el material que se pueda aplicar como reductor acústico para las paredes de la cámara acústica, siendo estos por el peso, la reducción acústica y el precio, una vez analizado el material se procede a realizar simulaciones de reducción acústica de cada combinación de material con el fin de conocer la capacidad de aislamiento acústico que puede llegar a ofrecer.

Diseño de cámara acústica para el ventilador

El diseño se realizó mediante el uso de la herramienta SolidWorks versión 2021 Premium, para estructurar la geometría se usó la herramienta Geometría. Con esta se estableció una estructura cerrada estilo cámara. Luego para realizarla en 3 dimensiones se usó la herramienta extruir y se conformó el diseño final.

Simulación de funcionamiento de cámara acústica

Para la simulación se cargó en ANSYS R2 (licencia estudiantil) la geometría cuadrada y redonda Se estableció las condiciones de frontera, el mallado de 2cm, y se definieron las condiciones de los materiales. La simulación se realizó en tiempos de 3 min de funcionamiento del ventilador, para lo cual se calcularon valores de ruido y disipación en toda la cámara. En la Figura 15 y Figura 21 se muestran los resultados del

aislamiento sonoro, los cuales en la parte roja nos indica cual es la zona de mayor exposición.

Implementación de cámara acústica en el ventilador

Una vez echa la simulación se procedió a implementar la cámara acústica en el ventilador. Con los materiales de madera aglomerado de 12mm de espesor, para la unión de estas paredes se usaron ángulos de metal, el reductor de dBA en la cámara se aplicó espuma acústica normalizada como se puede ver la ficha técnica en la (Figura 26).

Toma de datos de la implementación

Para la toma datos de dBA se usó el equipo de medición (Sonómetro) calibrado por DEGSO para tener valores reales y exactos de los dBA. En el ventilador M350 durante 5 días a 4 horas diferentes y en 6 distintos puntos alrededor del ventilador.

Comparar los datos

Una vez obtenido los datos de la medición inicial y los de luego de la implementación se procedió a realizar una tabla comparativa de datos para saber cuántos dBA se logró reducir con esta cámara acústica implementada en la empresa.

Evaluar los protectores auditivos

Mediante probetas entregadas por 3M (Ciencia, Aplicada a la vida) y el equipo de medición proporcionados por ellos mismo se realizó la evaluación de cómo se colocan los protectores auditivos los trabajadores dentro de su turno laboral.

Evaluar los protectores luego de la colocación adecuada en la zona de exposición al ruido.

Se muestra a los trabajadores del área de lijado y clasificación como deben usar los protectores auditivos, la higiene que deben tener ellos para estos protectores auditivos. Por ello se va a cambiar los protectores auditivos por los de tipo copa el cual nos indica que puede reducir como mínimo 12 dBA.

Socialización de los resultados

Se debe compartir con la empresa (Gerente y el equipo de trabajo designado para realizar este proyecto). De igual manera se indicó a los trabajadores como se colocaban ellos los protectores auditivos y si de esa forma se estaban protegiendo de la enfermedad de hipoacusia.

Realizando un estudio del uso de los protectores auditivos que realizan los trabajadores se puede dar cuenta que en momentos se colocan mal y estos tienden a no proteger en nada a los trabajadores y se corre el riesgo que alguno de ellos pueda caer en la enfermedad de hipoacusia.

En la Figura 36 nos da que la gran parte se coloca mal los protectores y no tienen protección por ende se tuvo que capacitar y volver a hacerles la medición a ver si cumplían con la protección que brinda los protectores auditivos.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

En esta sección se detalla la propuesta del trabajo de titulación, la cual consta de una fase de análisis de materiales Tabla 5, evaluación de protectores auditivos, y el desarrollo de dos diseños de cámara acústica, incluyendo la simulación del funcionamiento y la implementación en el ventilador.

Análisis de materiales

Los materiales que se describen en la siguiente tabla se eligieron por su reducción acústica, el peso y el costo por m² del material.

Tabla 5: Características de los materiales

Material para pared.	Costo	Reducción de ruido	Peso
Acero	\$ 400/ m ²	17 dBA	280.44 kilogramos
Madera	\$ 80/m ²	10 dBA	25 kilogramos
Cerámica	\$ 160/m ²	20 dBA	96 kilogramos
Plástico	\$ 120/m ²	4 dBA	10.80 kilogramos
Material como reductor acústico.	Costo	Reducción	Peso
Espuma acústica	\$ 35	11.7 dBA	0.83 kilogramos.
Lana de roca	\$ 183	25 dBA	2.7 kilogramos
Cubetas de huevo	\$ 0.50	7 dBA	0.07 kilogramos
Material como estructura.	Costo	Reducción	Peso
Ángulos de acero	\$ 15,75	8 dBA	1.50 kilogramos
Madera sólida	\$ 50	10 dBA	90 kilogramos
Ángulos plásticos	\$ 8,50	2 dBA	0.88 kilogramos

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Análisis de estructuras combinadas.

En la evaluación de los materiales para la colocación en las paredes acústicas se realizó una simulación del funcionamiento del aislante acústico por cuestiones de licencia estudiantil del programa ANSYS R2 el color de los materiales no cambian cuando se realiza la simulación.

Como primera combinación se tiene la de espuma y acero como indica en la Figura 9, se considera una estructura de 34cm de grosor, incluyendo las separaciones de 2 mm entre capa. La distancia del ventilador a la capa de aislante es de 10cm. El ruido resultando equivale al 12%, es decir 12dB. De acuerdo con la Figura 9 (derecha), se muestra el color rojo como la zona de máximo impacto del ruido y en azul la zona de aislamiento que logra realizar estas paredes.

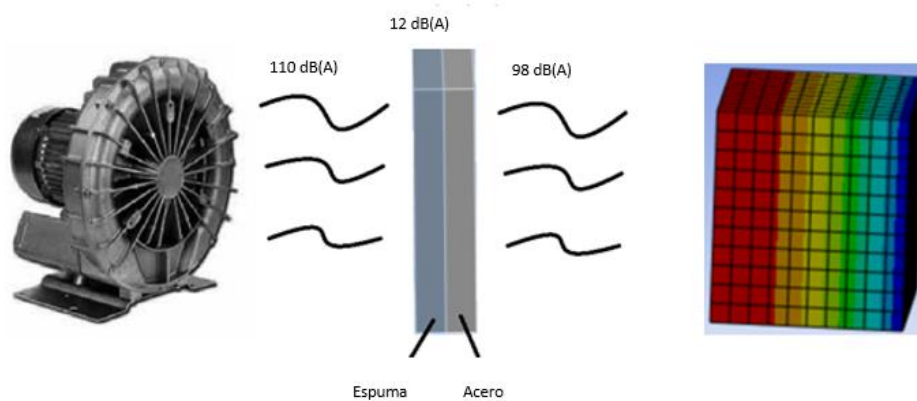


Figura 9: Combinación Espuma-Acero

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En la Figura 10 se muestra la combinación de espuma y madera, se considera una estructura de 34cm de grosor, incluyendo las separaciones de 2 mm entre capa. La distancia del ventilador a la capa de aislante es de 10cm. El ruido resultando equivale al 9%, es decir 10dB. De acuerdo con la Figura 10 (derecha), se muestra el color rojo como la zona de máximo impacto del ruido y en azul la zona de aislamiento que logra realizar estas paredes.

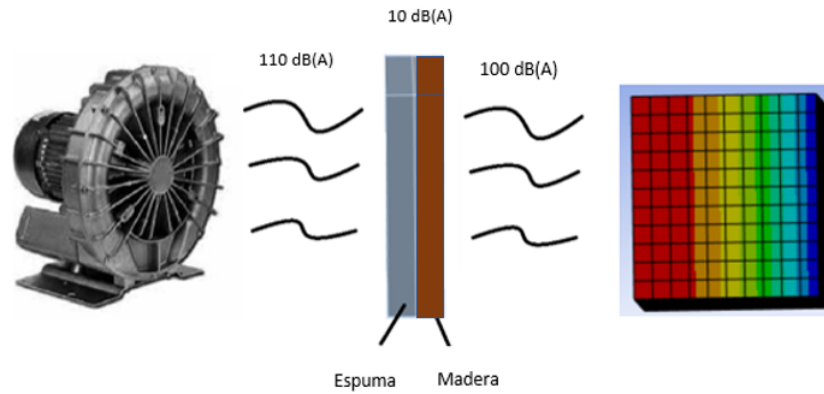


Figura 10: Combinación Espuma-Madera

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En la Figura 11 se muestra la combinación de espuma y cerámica, se considera una estructura de 34cm de grosor, incluyendo las separaciones de 2 mm entre capa. La distancia del ventilador a la capa de aislante es de 10cm. El ruido resultando equivale al 15%, es decir 16,5dB. De acuerdo con la Figura 11 (derecha), se muestra el color rojo como la zona de máximo impacto del ruido y en azul la zona de aislamiento que logra realizar estas paredes.

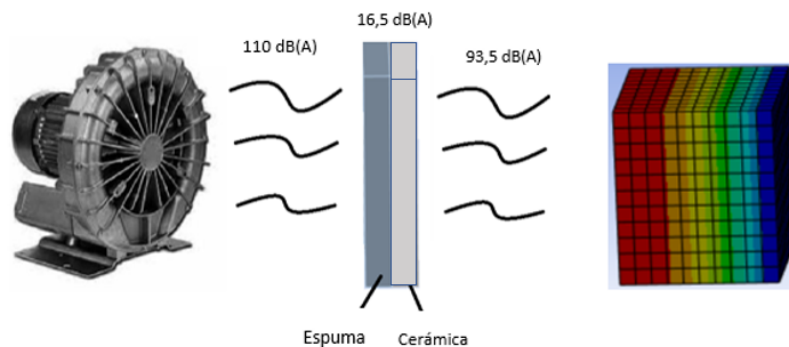


Figura 11: Combinación Espuma-Cerámica

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En la Figura 12 se muestra la combinación de espuma y plástico, se considera una estructura de 34cm de grosor, incluyendo las separaciones de 2 mm entre capa. La distancia del ventilador a la capa de aislante es de 10cm. El ruido resultando equivale al 5%, es decir 5dB. De acuerdo con la Figura 12 (derecha), se muestra el color rojo como la zona de máximo impacto del ruido y en azul la zona de aislamiento que logra realizar estas paredes.

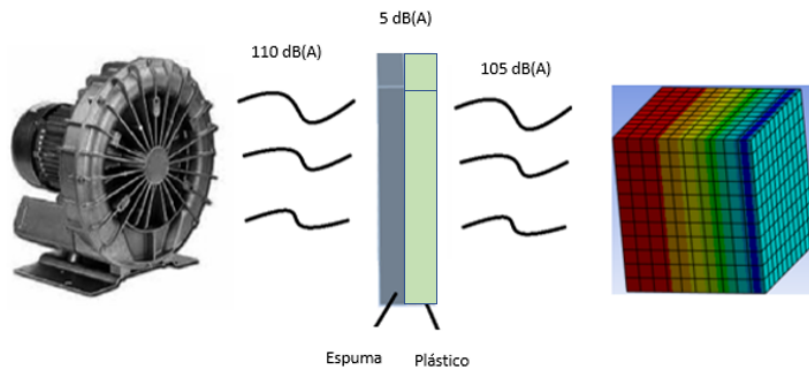


Figura 12: Combinación Espuma-Plástico

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Evaluaciones de protectores

Se aplico a la población total anteriormente descrita ya que se debe reducir algún posible riesgo de hipoacusia en los trabajadores de esa área de trabajo es así como indican los niveles de reducción de protección auditiva que aquel protector puede presentar.

Tabla 6: Evaluación de colocación adecuada de protectores auditivos.

Empleados	Colocación adecuada	Tipo de protector personal
Empleado 1	28 dBA	Tipo Copa
Empleado 2	32 dBA	Tipo Copa
Empleado 3	29 dBA	Tipo Copa
Empleado 4	18 dBA	Tipo Inserción
Empleado 5	24 dBA	Tipo Inserción
Empleado 6	23 dBA	Tipo Inserción
Empleado 7	29 dBA	Tipo Copa
Empleado 8	27 dBA	Tipo Copa
Empleado 9	19 dBA	Tipo Inserción
Empleado 10	25 dBA	Tipo Inserción
Empleado 11	23 dBA	Tipo Inserción
Empleado 12	27 dBA	Tipo Inserción
Empleado 13	25 dBA	Tipo Inserción
Empleado 14	20 dBA	Tipo Inserción
Empleado 15	28 dBA	Tipo Inserción
Empleado 16	26 dBA	Tipo Copa
Empleado 17	25 dBA	Tipo Copa
Empleado 18	27 dBA	Tipo Inserción
Empleado 19	31 dBA	Tipo Inserción
Empleado 20	31 dBA	Tipo Copa
Empleado 21	24 dBA	Tipo Inserción
Empleado 22	25 dBA	Tipo Inserción
Empleado 23	26 dBA	Tipo Copa
Empleado 24	21 dBA	Tipo Inserción
Empleado 25	28 dBA	Tipo Copa

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Desarrollo de cámaras

Dispositivo 1

Diseño

Se diseña en forma cuadrada la estructura de paredes. Se ha dejado una parte abierta al frente de 20 cm por 46 cm como forma, puesta Figura 13 (a). En la parte de atrás se ha dejado un elemento circular para anclar el motor del ventilador M350 Figura 13 (b). Las paredes de la cámara tienen una estructura de 2 materiales combinados, primero madera 12 mm de espesor aglomerado, espuma y luego madera 12mm de espesor aglomerado para observar el funcionamiento con otro diseño. Este modelo es pequeño para el espacio necesitado por la empresa. En la Figura 13 (c) podemos observar desde la parte inferior como se encuentra distribuida diseñado el dispositivo 2, y en la Figura 13 (d) se puede apreciar la figura de forma lateral de cómo es el modelo de la cámara acústica.

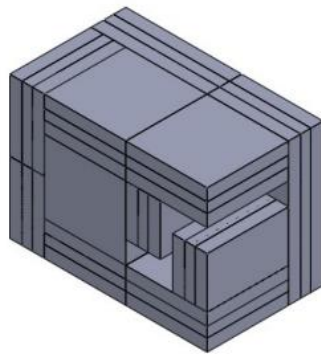


Figura 13: Se observa la vista isométrica de la cámara acústica cuadrada y en el anexo 14 se encuentran los planos de la cámara acústica (Diseño 1).

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Simulación

Una vez realizado el diseño en SOLIDWORKS 2021 se procedió a importar el diseño al programa ANSYS R2, luego se debe elegir el material para la simulación, se colocó en este caso la combinación de Madera-Espuma-Madera por el peso que esta tiene para poder realizar un rápido desmontaje si llegase a haber un daño. Una vez elegido la combinación se colocó el mallado de 2cm como se observa en la Figura 14 (a), y en la Figura 14 (b) se puede observar el mallado de 2,25cm y en el círculo de la cámara se observa un mallado de 1,75cm para proceder a simular resultados de la cámara acústica. Se coloca la Harmonic Acoustics para realizar la simulación, se

coloca la solución varios parámetros. El resultado de reducción acústica que nos indica en la Figura 15 es de 15,98 dBA de aislante acústico que ofrece este dispositivo 1.

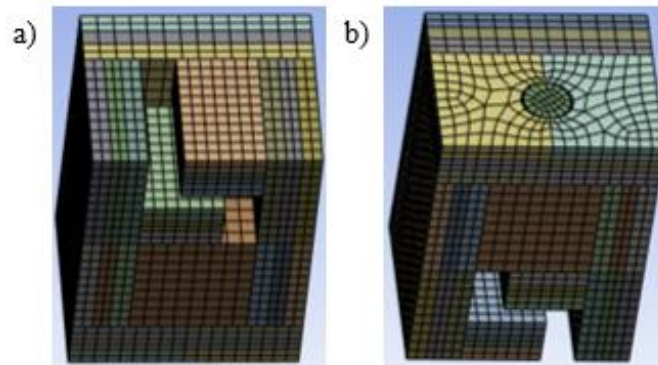


Figura 14: Mallado de la cámara acústica, en el literal a se puede observar la vista frontal y en el literal b se puede observar la vista posterior.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

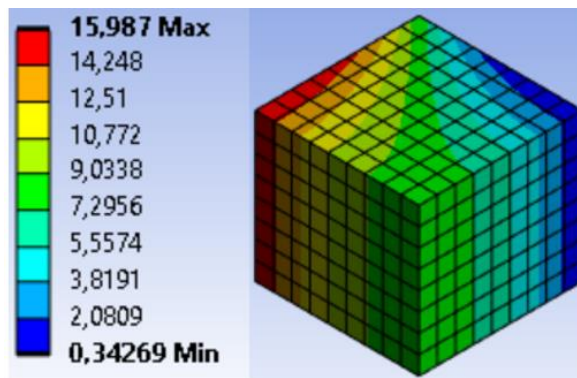


Figura 15: Resultados de la simulación.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Formula que aplica el programa ANSYS R2 para calcular el nivel de insonorización que pueda realizar la cámara acústica.

$$\lambda = 2L \mid f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} = fo \quad (1)$$

$$\lambda = \left(\frac{\text{distancia}}{\text{oscilación}} \right)$$

L = longitud

v = Velocidad de la onda

Fabricación

Una vez tomado los datos de la simulación se procedió a realizar un pequeño prototipo para tomar mediciones de la reducción acústica que podría ofrecer ya en forma real la cámara acústica.



Figura 16: Prototipo.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Pruebas

Una vez echa las pruebas con el prototipo se procedió a aplicar la implementación de la cámara acústica con el material de madera, espuma, madera en el ventilador para analizar el aislante acústico que esta ofrece. En la Figura 17 (a) se observa la colocación de la estructura metálica en el ventilador M350, en la Figura 17 (b) se puede observar cómo se realiza un orificio en dos de las paredes para que ingrese la succión del aire del motor del ventilador, en la Figura 17 (c) se puede observar ya colocada todas las paredes en el ventilador.



Figura 17: Paredes de la cámara acústica.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En la Figura 18 (d) se observa cómo se coloca el aislante acústico en la cámara para reducir el ruido, también se observa el ventilador como queda encapsulado en la cámara acústica, en la Figura 18 (e) se puede observar ya la cámara totalmente implementada con el reductor acústico.



Figura 18: Implementación de la cámara acústica.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Dispositivo 2

Diseño

Se diseña en forma cuadrada la estructura de paredes y en el techo en forma de cúpula a 180 grados un radio de 20 cm. Se ha dejado una parte abierta al frente de 20 cm por 46 cm como forma, puesta Figura 19 (a). En la parte de atrás se ha dejado un elemento circular para anclar el motor del ventilador M350 Figura 19 (b). Las paredes de la cámara tienen una estructura de 2 materiales combinados, primero madera 12 mm de espesor aglomerado, espuma y luego madera 12mm de espesor aglomerado para observar el funcionamiento con otro diseño. Este modelo es grande para el espacio necesitado por la empresa. En la Figura 19 (c) podemos observar desde la parte inferior como se encuentra distribuida diseñado el dispositivo 2, y en la Figura 19 (d) se puede apreciar la figura de forma lateral de cómo es el modelo de la cámara acústica.

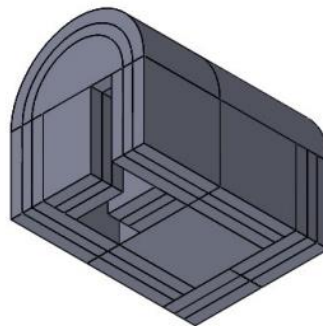


Figura 19: Se observa la vista isométrica de la cámara acústica con cúpula y en el anexo 15 se encuentran los planos de la cámara acústica (Diseño 2).

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Simulación

Una vez realizado el diseño en SOLIDWORKS 2021 se procedió a importar el diseño al programa ANSYS R2, luego se debe elegir el material para la simulación, se colocó en este caso la combinación de Madera-Espuma-Madera por el peso que esta tiene para poder realizar un rápido desmontaje si llegase a haber un daño. Una vez elegido la combinación se colocó el mallado de 2cm como se observa en la Figura 20 (a), y en la Figura 20 (b) se puede observar el mallado de 2,25cm y en el círculo de la cámara se observa un mallado de 1,75cm para proceder a simular resultados de la cámara acústica. Se coloca la Harmonic Acoustics para realizar la simulación, se coloca la solución varios parámetros. El resultado de reducción acústica que nos indica en la Figura 21 es de 11 dBA de aislante acústico que ofrece este dispositivo 2.

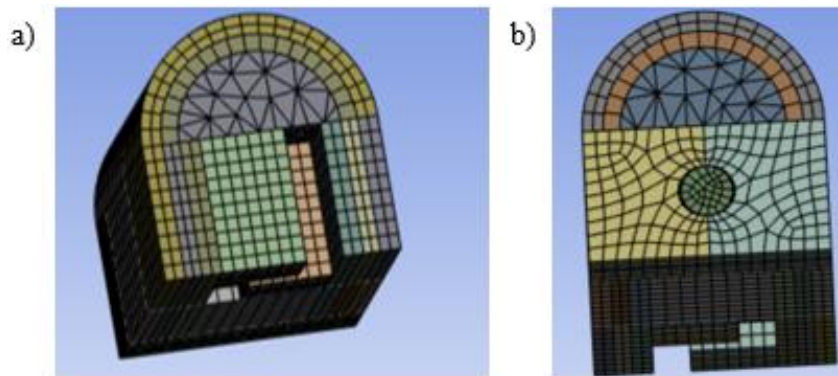


Figura 20: Mallado de la cámara acústica con cúpula.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

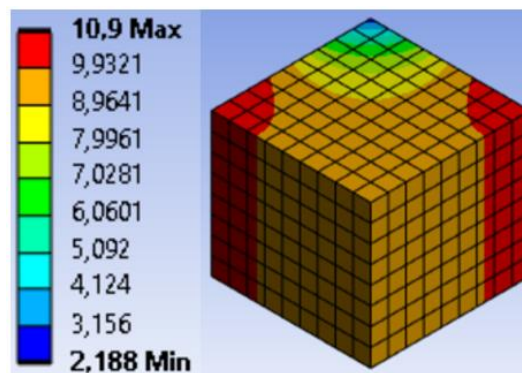


Figura 21: Resultados de la simulación de la cámara acústica con cúpula.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Formula que aplica el programa ANSYS R2 para calcular el nivel de insonorización que pueda realizar la cámara acústica.

$$\lambda = \left(\frac{\text{distancia}}{\text{oscilación}} \right) \quad \lambda = 2L \mid f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} = f_0 \quad (1)$$

L = longitud

v = Velocidad de la onda

El prototipo ha quedado en diseño ya que se está colocando a prueba el primer diseño en la planta industrial y verificar cuantos dBA hemos reducido en el ventilador. Una vez realizado el prototipo y aprobado el diseño del segundo dispositivo se procederá a la fabricación e implementación en el ventilador para tomar datos de la reducción de dBA que pueda realizar este diseño.

Resultados esperados

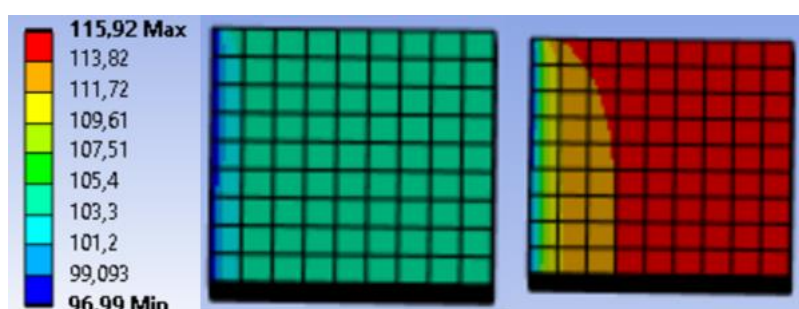


Figura 22: análisis onda de sonido en el ambiente

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En la simulación indica cuantos dBA aísla el primer diseño de cámara acústica. a continuación, en la Figura 23 en la línea de color rojo se puede observar una reducción considerable de dBA que emite el ventilador M350. Luego implementar la cámara acústica se tomó valores de reducción y como se puede ver en la Figura 23 en la línea roja son los datos de aislante acústico que puede reducir nuestra prueba en el ventilador.

La expectativa de la empresa es que con esta cámara acústica se logre reducir mínimo 15 dBA. para el resto poder complementar con equipos de protección para que el trabajador no pueda presentar la enfermedad de hipoacusia en un futuro. En la Figura 23 nos indica en la línea verde que llegamos a cumplir el decreto 2393 la cual está de color morado, La salud de los trabajadores ya no se encuentre expuesta a la enfermedad de hipoacusia con este control de ruido que presenta el ventilador.

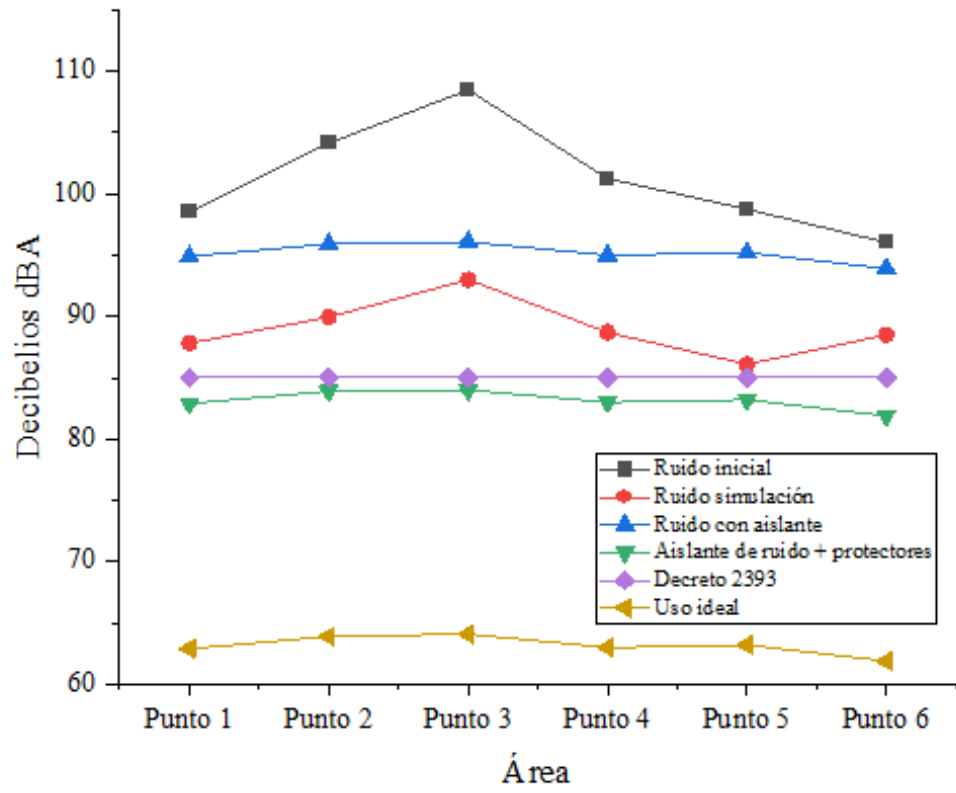


Figura 23: Comparación de resultados.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Cronograma de actividades

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3					Mes 4				Mes 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	
Reunión con el equipo de trabajo para mirar correcciones y fijación de fechas para montaje de cámara acústica en el ventilador M350.	X																				
Revisión de la estructura de la cámara acústica.		X																			
Montaje de cámara acústica en el ventilador M350.			X																		
Toma de datos de ruido en dB para realizar la primera evaluación de la cámara acústica realizada.				X																	
Reunión con el equipo de trabajo para socializar los resultados obtenidos.					X																
Estudio de eficiencia actual con la cámara acústica del ventilador.						X	X														
Seguimiento de la funcionalidad de la cámara acústica.								X													
Construcción del segundo módulo de la cámara acústica.									X												
Implementación del segundo módulo de la cámara acústica.										X											
Seguimiento del funcionamiento de la cámara acústica.											X										
Seguimiento del funcionamiento de la cámara acústica.												X									
Revisión de los protectores auditivos.													X	X							
Seguimiento del uso de protectores auditivos y del funcionamiento de la cámara acústica.															X						
Seguimiento del uso de protectores auditivos.																X					
Seguimiento del uso de protectores auditivos y del funcionamiento de la cámara acústica.																	X	X			
Seguimiento del uso de protectores auditivos.																				X	
Seguimiento del uso de protectores auditivos y del funcionamiento de la cámara acústica.																					X

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Análisis de costos

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3					Mes 4				Mes 5		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
Reunión con el equipo de trabajo para mirar correcciones y fijación de fechas para montaje de cámara acústica en el ventilador M350.	25																			
Revisión de la estructura de la cámara acústica.		320																		
Montaje de cámara acústica en el ventilador M350.			340																	
Toma de datos de ruido en dB para realizar la primera evaluación de la cámara acústica realizada.				25																
Reunión con el equipo de trabajo para socializar los resultados obtenidos.					25															
Estudio de eficiencia actual con la cámara acústica del ventilador.						25	25													
Seguimiento de la funcionalidad de la cámara acústica.								25												
Construcción del segundo módulo de la cámara acústica.									350											
Implementación del segundo módulo de la cámara acústica.										340										
Seguimiento del funcionamiento de la cámara acústica.											25	25								
Revisión de los protectores auditivos.													25	25						
Seguimiento del uso de protectores auditivos y del funcionamiento de la cámara acústica.															25					
Seguimiento del uso de protectores auditivos.																25				
Seguimiento del uso de protectores auditivos.																	25	25		
Seguimiento del uso de protectores auditivos y del funcionamiento de la cámara acústica.																			25	25

Costo total: \$ 1755

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Análisis de costo y tiempo. (curva “S”)

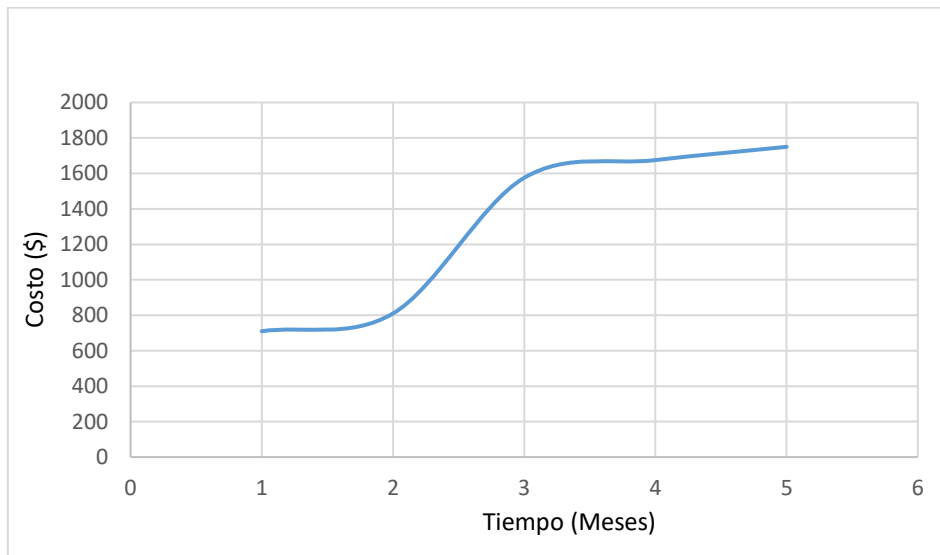


Figura 24: Comparativa de costo y tiempo total

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Los costos que se visualizan en la Figura 24, describen el valor acumulativo del costo total. Nos e ha incluido el valor de la implementado de la cámara redonda puesto que está diseño.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En este trabajo de titulación se diseñó una cámara acústica como aislante de ruido, el cual se inició con la toma de datos en 6 puntos distintos, durante 4 horas, por 5 días. De acuerdo con el decreto 2393 el nivel de exposición es solo de 85 dBA durante una jornada laboral completa. su salud, ya que si se adquiere la enfermedad de hipoacusia la cual es la pérdida del oído. Esta pérdida del oído no es reversible o se pueda realizar algún tratamiento médico para recuperar la capacidad auditiva.

Sin embargo, se decidió aplicar un control de ingeniería para reducir estos niveles de exposición es así como se realizó para este diseño primero una evaluación de materiales, una vez analizado los materiales se procedió a realizar el diseño de dos dispositivos y a elegir el material espuma-madera para las paredes por el peso y el costo, como tercer paso es realizar una simulación con los materiales elegidos.

Una vez echa la simulación elegimos el dispositivo que más se aplicaría en el sitio de la empresa, una vez elegido el dispositivo a aplicar se realiza la fabricación de un prototipo que nos pueda dar valores los cuales son con una reducción acústica de 20 decibelios dBA, por último, se debe implementar el dispositivo y evaluar datos de la insonorización de la cámara implementada en sitio elegido.

Para complementar el trabajo ante alguna posible falla del aislante acústico se procedió a tomar mediciones de los protectores auditivos junto a la cámara acústica los valores obtenidos son con una mala colocación 12 dBA, pero con una colocación adecuada como lo indica 3M, estos datos indica que existe un confort acústico como en una oficina, sin embargo, esto se logró con la correcta colocación de la protección auditiva personal.

Finalmente se logró reducir 16 dBA haciendo el cálculo con el ruido que se genera tenemos una exposición de 94 dBA aun hacia el trabajador, con la ayuda de protectores personales con el uso ideal su puede llegar al confort acústico el

cual es hasta 65 dBA, no obstante de igual manera el beneficio de este proyecto es el peso de las paredes que son ligeras (12,6 kg) para un rápido desmontaje ante alguna falla, de igual manera esta cámara acústica tiene un costo 25% menos a sus similares modelos comerciales.

Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa colocar controles periódicos de seguridad de los trabajadores para prever una posible enfermedad ocupacional en el área de trabajo.
- Se recomienda a la universidad que haya 18 horas de tutoría por parte de los docentes para optimizar el proceso de desarrollo de investigaciones.
- Se recomienda dar un seguimiento del cumplimiento de los equipos de protección personal como indica la Ciencia, Aplicada a la vida (3M), para que en algún futuro no presenten enfermedades ocupacionales.
- Se recomienda seguir con el trabajo en los puntos más elevados de dBA en la empresa siendo el costo para el punto 2 el ventilador M 250 (\$ 820) y para el punto 4 el ventilador M 355 (\$ 980) de la implementación.

Bibliografía

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, 2020. Historia Aglomerados Cotopaxi [en línea]. Planta Industrial Panamericana Norte km. 21 desde Latacunga Lasso - Cotopaxi, Ecuador: s.n. [Consulta: 21 septiembre 2022]. Disponible en: <https://online.pubhtml5.com/wksc/pzxb/>.

CHILES RODRÍGUEZ, J.P. y GONZÁLEZ, L. (dir), 2020. Prevalencia de hipoacusia laboral en trabajadores expuestos a ruido por instrumentos musicales en el Municipio de Ibarra en el 2017 - 2018. En: Accepted: 2022-06-09T15:51:20Z [en línea], [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en:

<http://uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/508>.

DECKER UBILLA, M.E., 2014. Relevancia de la hipoacusia laboral en trabajadores expuestos en la planta de envasado en Guayaquil Botling Company S.A. Diseño de un programa de vigilancia de la salud auditiva. En: Accepted: 2014-05-17T15:28:41Z [en línea], [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3870>.

GONZALES ORTIZ, E.A., 2021. Relación de la hipoacusia con el ausentismo laboral en la Planta MOLICAL S.A.C – 2017. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, vol. 24, no. 48, pp. 101-108. ISSN 1682-3087, 1561-0888. DOI 10.15381/iigeo.v24i48.21708.

GONZÁLEZ, Á.A.L., 2008. de Ferran Tolosa y Francisco José Badenes. , pp. 1.

HERNÁNDEZ DÍAZ, A. y GONZÁLEZ MÉNDEZ, B.M., 2007. Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial. Medicina y Seguridad del Trabajo, vol. 53, no. 208, pp. 09-19. ISSN 0465-546X.

INSITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2020. Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios. [en línea]. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.gob.ec/regulaciones/decreto-ejecutivo-2393>.

MAYORGA, D.A.M. y MOREJÓN, E.A.A., 2022. Hipoacusia inducida por ruido ocupacional (revisión de la literatura). RECIMUNDO, vol. 6, no. 3, pp. 276-283. ISSN 2588-073X. DOI 10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.276-283.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2022. Sordera y pérdida de la audición. [en línea]. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/health-topics/hearing-loss>.

RODRÍGUEZ, M.B., 2016. declaración del profesor guía. , pp. 79.

ANEXOS

Anexo 1: Árbol de problemas

En este anexo se muestra los problemas que se tiene en la empresa a raíz de los altos niveles de ruido que existen en el área de lijado y clasificación.

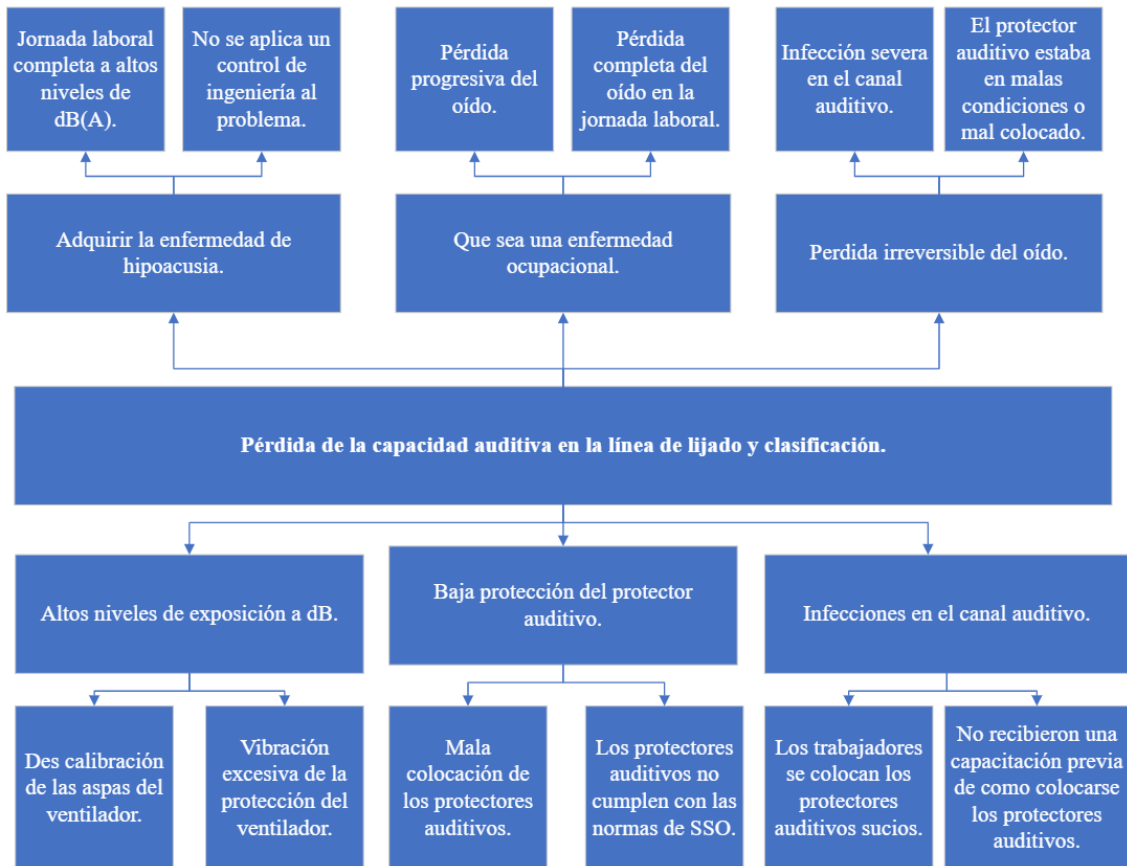
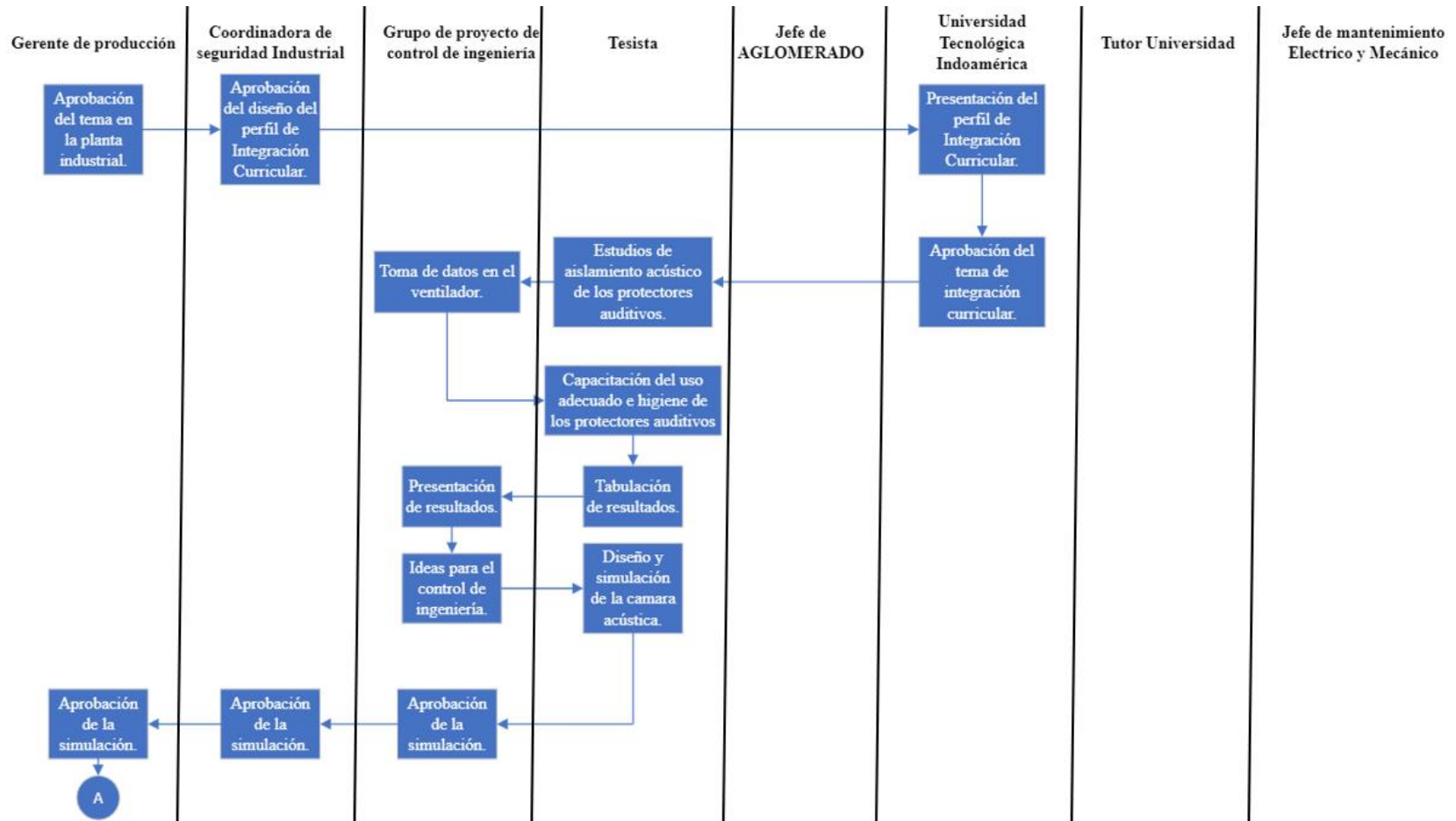


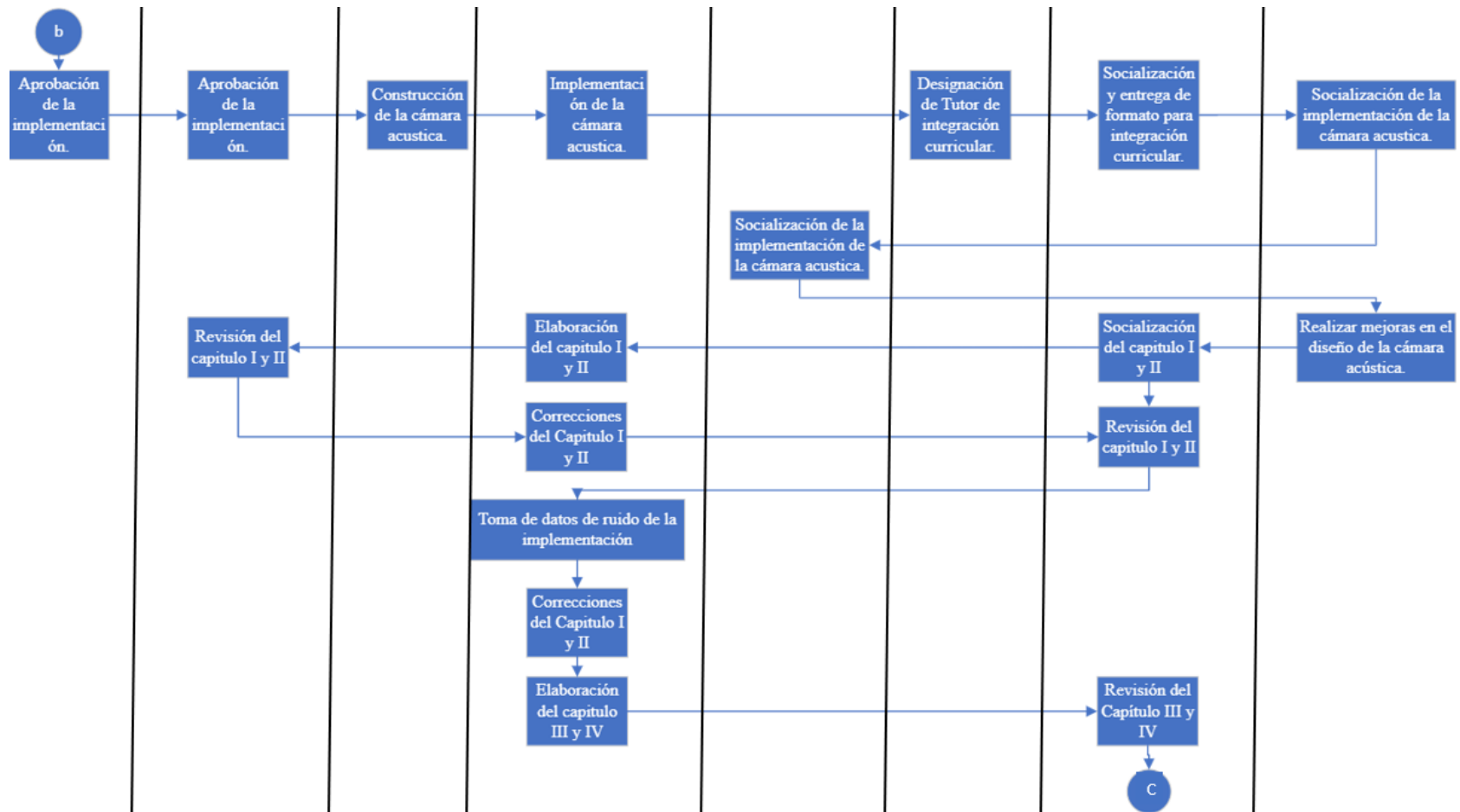
Figura 25: Árbol de problemas.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 2: Secuencia de trabajo de proyecto de titulación.

En este anexo se muestra toda la secuencia de trabajo que se realizó dentro de la industria y la universidad para este trabajo de titulación.





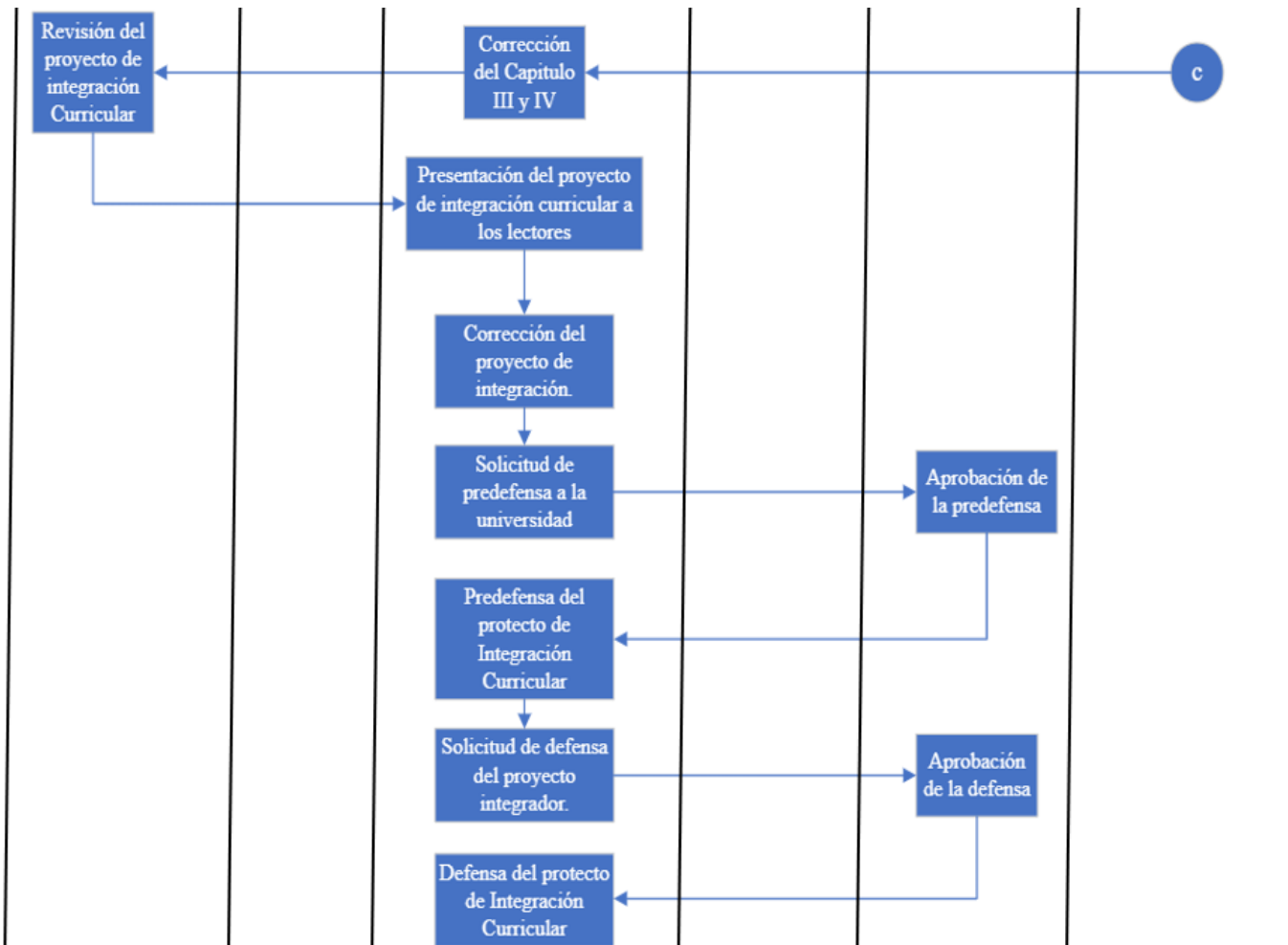


Figura 26: Plan de actividades final.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 3: Ficha acústica de la espuma

En este anexo se muestra las características técnicas de la espuma acústica que se coloca en la cámara acústica.

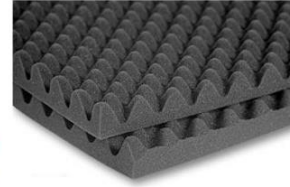
ESPUMA ACÚSTICA TAPA DE HUEVO

Medidas: 1" x 1 mts x 1 mts y 1" x 0.61 x 1.22 mts

Color Gris 2" x 1 mts x 1 mts y 2" x 0.61 x 1.22 mts

Entrega de 3 a 4 días hábiles, color original gris

Espuma absorbente acústico fabricado en placas o paneles, en forma ondulado, definitivamente para presupuestos conservadores, su eficiencia acústica es orientada al control de medias y altas frecuencias, practico en su instalación puede colocarse casi en cualquier superficie. Las placas de espuma contribuyen en buena medida al control del eco y reverberación.



La fabricación de la espuma aislante se puede hacer en diferentes colores, para temas de diseño.

Coeficientes de Absorción por Tercios de Octava. tipo 2"					
125 Hz .13	500 Hz .62	2000 Hz 1.0	N.R.C. 0.70		
250 Hz .27	1000 Hz .92	4000 Hz 1.0			

Coeficientes de Absorción por Tercios de Octava. tipo 1"					
125 Hz .10	500 Hz .30	2000 Hz .94	N.R.C. 0.50		
250 Hz .13	1000 Hz .68	4000 Hz 1.00			

Espesor	ABSORCIÓN DE SONIDO (HZ)						
	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
35 mm.	0,10	0,13	0,30	0,68	0,94	1,00	0,50
70 mm.	0,13	0,27	0,62	0,92	1,00	1,00	0,70

Figura 27: Datos de espuma acústica.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 4: Matriz de equipos de protección personal.

En esta matriz general se listan los equipos de protección que deben usar los trabajadores del área de lijado y clasificación.

		FORMATO											ES-002A
		MATRIZ GENERAL DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL											Ver-14
		TODO EL CUERPO			PIES	EXTREMIDADES SUPERIORES (MANOS)		CABEZA		PROTECCIÓN RESPIRATORIA	OIDOS	CARA - OJOS	Pág 1 de 1
Proceso	Cargo / Actividad	CHOMPA TERMICA (DOTACION)	PANTALON Y CAMISA JEAN (DOTACION)	RACO Y PANTALON TERMICOS (DOTACION)	ZAPATOS CON PUNTERA DE SEGURIDAD	GUANTES DE OPERADOR	GUANTES ANTICORTE # 2 CON REFORZAMIENTO DE NITRILLO	CASCO CONTRA IMPACTOS TIPO 1 CLASE C	CAPUCHA JEAN	RESPIRADOR 3M 5511 RES CON VÁLVULA DE EXHALACIÓN	orejeras TIPO COPA NRR 20 dB NRR 25 dB AJUSTE AL CASCO	GAFAS DE SEGURIDAD CONTRA IMPACTO PARA ESMERIL, OPERADORES DE MAGNUMARIA ROTANTE	
PLANTA DE PRODUCCIÓN	OPERADOR DE MONTACARGAS												
	Tiempo de vida útil	2 años	1 año	1 año	1 año	2 meses	2 meses	5 años	1 año	7 días	1 año	2 meses	
	Observaciones		Uso diario	Turno rotativo	Uso diario	Uso diario control operacional	Uso diario control operacional	Uso diario control operacional	Uso diario control operacional	Uso diario control operacional	Uso diario control operacional	Uso diario control operacional usa los dos	Uso diario control operacional





Figura 28: Matriz de equipos de protección.



Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

En las siguientes tablas se muestran las mediciones de ruido tomadas durante 5 días a 4 horas distintas, en 6 distintos puntos.

Anexo 5: Tabla de mediciones en las diferentes jornadas laborales.



Tabla 7: Toma de datos mañana





Mediciones de ruido primer punto crítico proyecto ruido.							
Lugar de la medición	Hora de la medición	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Técnico de medición
Punto 1 	Lunes 11:00	98,9	98,5	98,3	98,5	97,9	Fabricio Morocho
	Martes 11:00	96,9	97,3	97,0	98	97,2	
	Miércoles 10:00	97,9	98	98,1	97,9	98,2	
	Jueves 10:00	91,3	91,8	91,1	91,5	91,7	
	Viernes 10:00	96,8	97,5	98,1	97,5	97,1	
Punto 2 	Lunes 11:00	104,1	103,9	103,6	103,8	103,6	Fabricio Morocho
	Martes 11:00	105,6	105,4	104,9	104,8	105	
	Miércoles 10:00	104,3	104,2	103,9	104,4	104,5	
	Jueves 10:00	96	96,8	96,2	95,9	97,2	
	Viernes 10:00	103,7	104,1	103,1	103,7	103,3	
Punto 3 	Lunes 11:00	110,6	110,9	111	110,7	109,8	Fabricio Morocho
	Martes 11:00	111	111,5	110,6	110,5	110,4	
	Miércoles 10:00	110,7	110,4	110,1	111,1	110,5	
	Jueves 10:00	90,2	90,6	91,5	90,8	90,9	
	Viernes 10:00	109,2	109,5	109	109,6	108,7	
Punto 4 	Lunes 11:00	99,5	100,3	99,1	99,3	100,5	Fabricio Morocho
	Martes 11:00	101	100,6	100,7	100,5	101	
	Miércoles 10:00	99,3	99,4	100	99,7	99,4	
	Jueves 10:00	91,6	91,4	92	91,7	91,8	
	Viernes 10:00	98,2	99,9	99,7	99,4	100	

Punto 5 	Lunes 11:00	99,7	99,6	99,9	99,7	99,9	Fabricio Morocho
	Martes 11:00	98,1	98,3	98	98,2	98,1	
	Miércoles 10:00	99,5	99,9	99	99,8	99,2	
	Jueves 10:00	89,3	89,2	89,1	89	91	
	Viernes 10:00	98,5	98,7	98,5	98,3	98,8	
Punto 6 	Lunes 11:00	95	95,5	95,8	96	95,9	Fabricio Morocho
	Martes 11:00	99,6	100	99,7	100	99,2	
	Miércoles 10:00	94,9	95	95,2	95,3	94,8	
	Jueves 10:00	87,8	88,7	88,6	88,5	88,7	
	Viernes 10:00	94,9	95,2	95	95,1	95,7	

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)





Tabla 8: Toma de datos Tarde



Mediciones de ruido primer punto crítico proyecto ruido.							
Lugar de la medición	Hora de la medición	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Técnico de medición
Punto 1 	Lunes 14:00	98,7	99,0	97,8	99,0	98,5	David Chiluisa
	Martes 14:00	98,4	98,6	97,9	98,2	97,8	
	Miércoles 14:00	98,5	97,9	96,8	97,7	97,4	
	Jueves 14:00	97,6	98,8	97,4	97,1	98,1	
	Viernes 14:00	95,5	97,7	96,9	97,5	98,0	
Punto 2 	Lunes 14:00	104,3	103,0	103,7	102,8	103,4	David Chiluisa
	Martes 14:00	102,6	104,0	102,9	101,6	102,4	
	Miércoles 14:00	102,5	105,7	102,7	101,1	102,8	
	Jueves 14:00	102,3	105,9	102,6	101,2	102,7	
	Viernes 14:00	103,4	106,7	103,9	101,4	102,2	

Punto 3 	Lunes 14:00	105,1	105,0	106,3	105,9	106,9	David Chiluisa
	Martes 14:00	107,7	107,2	107,4	107,7	108,3	
	Miércoles 14:00	108,0	107,7	108,1	107,4	107,9	
	Jueves 14:00	107,7	107,5	108,6	107,9	107,5	
	Viernes 14:00	106,9	106,5	107,8	106,9	107,9	
Punto 4 	Lunes 14:00	102,8	103,6	104,1	104,3	104,6	David Chiluisa
	Martes 14:00	100,8	100,5	101,7	99,9	101,2	
	Miércoles 14:00	100,4	100,6	101,1	102,0	101,5	
	Jueves 14:00	100,1	100,9	101,2	102,2	101,1	
	Viernes 14:00	99,9	100,2	100,9	101,8	102,4	
Punto 5 	Lunes 14:00	98,7	98,4	99,5	97,1	98,7	David Chiluisa
	Martes 14:00	98,0	98,3	96,9	97,0	96,5	
	Miércoles 14:00	98,4	98,3	97,5	98,1	97,4	
	Jueves 14:00	98,2	97,9	99,1	97,7	97,6	
	Viernes 14:00	98,9	98,7	98,9	98,2	97,9	
Punto 6 	Lunes 14:00	96,2	95,1	95,7	94,6	95,1	David Chiluisa
	Martes 14:00	94,4	94,6	95,2	95,1	94,7	
	Miércoles 14:00	95,1	94,7	95,3	95,4	94,9	
	Jueves 14:00	95,8	97,3	94,8	95,1	95,1	
	Viernes 14:00	95,7	97,8	95,1	94,9	94,7	

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)


Tabla 9: Toma de datos Noche






Mediciones de ruido primer punto crítico proyecto ruido.							
Lugar de la medición	Hora de la medición	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Técnico de medición
Punto 1 	Lunes 17:00	97,3	97,7	97,4	98	97,9	Patricio Fonseca
	Martes 17:25	97,5	98	97,8	97,7	97,6	
	Miércoles 17:13	97,1	97,6	97,3	97,2	97,7	
	Jueves 22:00	99,1	99,3	99,6	99,8	99,5	Marcelo Chuquilla
	Viernes 17:15	97,4	97,5	97,2	97,3	97,9	Patricio Fonseca
Punto 2 	Lunes 17:00	103,7	104,1	103,9	103,6	103,8	Patricio Fonseca
	Martes 17:25	103,8	103,3	103,4	103,6	103,5	
	Miércoles 17:13	105,2	105,6	104,9	105,2	104,9	
	Jueves 22:00	104,4	104,2	104,6	104,9	104,3	Marcelo Chuquilla
	Viernes 17:15	103,5	103,6	103,7	103,3	103,4	Patricio Fonseca
Punto 3 	Lunes 17:00	106,8	106,7	107,9	106,8	106,9	Patricio Fonseca
	Martes 17:25	106,5	106,9	106,2	106,8	106,7	
	Miércoles 17:13	106,8	107	107,3	107,2	106,7	
	Jueves 22:00	105,8	105,2	105,4	105,3	105,9	Marcelo Chuquilla
	Viernes 17:15	106,4	106,1	106,7	106,6	106,8	Patricio Fonseca
Punto 4 	Lunes 17:00	101,7	101	101,8	100,9	100,5	Patricio Fonseca
	Martes 17:25	99	99,6	100	98,8	99,7	
	Miércoles 17:13	98,5	98,7	99,4	98,4	99	
	Jueves 22:00	99,2	99,4	99,8	99,4	99,5	Marcelo Chuquilla
	Viernes 17:15	101,1	99,6	99,8	100,3	99,8	Patricio Fonseca

<p>Punto 5</p> 	Lunes 17:00	97,8	97,7	97,5	97,4	97,3	Patricio Fonseca
	Martes 17:25	97,5	97,6	97,1	97,9	97,8	
	Miércoles 17:13	98,4	98,7	99,4	98,4	99	
	Jueves 22:00	98,2	98,4	98,5	98,8	98,9	Marcelo Chuquilla
	Viernes 17:15	97,8	97,1	98	97,3	97,2	Patricio Fonseca
<p>Punto 6</p> 	Lunes 17:00	94,1	94,5	94,3	94,7	93,7	Patricio Fonseca
	Martes 17:25	94,7	94,8	93,8	93,6	93,7	
	Miércoles 17:13	94,5	93,7	93,9	93,8	94,4	
	Jueves 22:00	94,5	94,2	94,6	94,8	94,5	Marcelo Chuquilla
	Viernes 17:15	94	94,4	93,8	93,7	93,2	Patricio Fonseca

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Tabla 10: Toma de datos Velada

Mediciones de ruido primer punto crítico proyecto ruido							
Lugar de la medición	Hora de la medición	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Técnico de medición
<p>Punto 1</p> 	Lunes 3:00	99,2	99,4	99,9	99,6	99,1	Marcelo Chuquilla
	Martes 7:00	100,2	100,6	100,4	100,9	100,7	

<p>Punto 2</p> 	Lunes 3:00	105,8	105,2	105,4	105,3	105,5	Marcelo Chuquilla
	Martes 7:00	104,9	104,3	104,2	104,4	104,7	
<p>Punto 3</p> 	Lunes 3:00	106,5	106,2	106,4	106,3	106,8	Marcelo Chuquilla
	Martes 7:00	107,1	107,3	107,2	107,4	107,5	
<p>Punto 4</p> 	Lunes 3:00	99,2	99,6	99,7	99,8	99,3	Marcelo Chuquilla
	Martes 7:00	100,5	100,4	100,9	100,7	100,3	
<p>Punto 5</p> 	Lunes 3:00	98,4	98,6	98,2	98,3	98,8	Marcelo Chuquilla
	Martes 7:00	98,5	98,3	98,1	98,7	98,9	
<p>Punto 6</p> 	Lunes 3:00	95,8	95,2	95,6	95,3	95,1	Marcelo Chuquilla
	Martes 7:00	95,1	95,3	95,5	95,7	95,9	

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Promedio de datos de cada uno de los diferentes puntos que se encuentran al contorno del ventilador M350.

Anexo 6: Promedio de datos en distintos puntos del área.

Tabla 11: Promedio de datos punto 1

Promedio de datos punto 1 Criba Auxiliar					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
10:00 a. m.	98,42	97,60	98,00	91,48	97,40
2:00 p. m.	98,60	98,18	97,66	97,80	97,12
17:00 p. m.	97,66	97,72	97,38	99,46	97,46
2:00 a. m.	99,44	100,56			

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Tabla 12: Promedio de datos punto 2

Promedio de datos punto 2 (203) Conectado al Caldero					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
10:00 a. m.	103,8	105,14	104,30	96,42	103,58
2:00 p. m.	103,44	102,70	102,96	102,94	103,52
17:00 p. m.	103,82	103,52	105,16	104,48	103,50
2:00 a. m.	105,44	104,5			

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Tabla 13: Promedio de datos punto 3

Promedio de datos punto 3 (M350) Secadero					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
10:00 a. m.	110,60	110,8	110,56	90,80	109,20
2:00 p. m.	105,84	107,66	107,82	107,84	107,20
17:00 p. m.	107,02	106,62	107,00	105,52	106,52
2:00 a. m.	106,44	107,30			

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Tabla 14: Promedio de datos punto 4

Promedio de datos punto 4 (514) Lijadora					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
10:00 a. m.	100,40	100,83	99,63	91,70	99,44
2:00 p. m.	103,88	100,82	100,90	101,10	101,04
17:00 p. m.	101,18	99,42	98,80	99,46	100,12
2:00 a. m.	99,52	100,56			

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Tabla 15: Promedio de datos punto 5

Promedio de datos punto 5 (355) Secadero					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
10:00 a. m.	99,76	98,14	99,48	89,52	98,56
2:00 p. m.	98,48	97,34	97,94	98,10	98,52
17:00 p. m.	97,54	97,58	98,78	98,56	97,48
2:00 a. m.	98,46	98,50			

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Tabla 16: Promedio de datos punto 6

Promedio de datos punto 6 (Ruido Ambiente)					
	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes
10:00 a. m.	95,64	99,7	95,17	88,46	95,18
2:00 p. m.	95,34	94,80	95,08	95,62	95,64
17:00 p. m.	94,26	94,12	94,06	94,52	93,82
2:00 a. m.	95,4	95,5			

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Una vez tomado los datos de la implementación se procedió a realizar una comparación de datos que nos indique que tanto aislante acústico genero la cámara en la implementación.

Tabla 17: Comparación de datos de medición

Comparación de resultados						
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Datos iniciales de ruido.	98,53	104,14	108,46	101,25	98,73	96,03
Datos después de la implementación.	94,9	95,9	99	97,5	95,2	93,9

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 7: Medición de humedad entre cubetas de huevos y espuma acústica.

Se realizo este análisis para evaluar la capacidad de durabilidad en el ambiente del reductor acústico que se pueda colocar en la cámara acústica.

Tabla 18: Datos de humedad

Humedad				
	Peso Inicial	Peso Final	Total, Humedad	Atro Humedad
Día 0				
Cubetas de huevos	7,22	6,59	8,73%	9,56%
Espuma Acústica	7,85	7,87	0,25%	0,25%
Día 8				
Cubetas de huevos	8,21	7,64	6,94%	7,46%
Espuma Acústica	7,11	7,53	-5,91%	-5,58%
Día 16				
Cubetas de huevos	8,3	7,64	7,95%	8,64%
Espuma Acústica	8,24	8,22	0,24%	0,24%

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Toma de datos de ruido echa con un sonómetro calibrado por decso para tener medidas exactas.

Anexo 8: Medición de datos de ruido.



Figura 29: Toma de datos ruido del ventilador M350.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)



Figura 30: Comparación de toma de datos ruido.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 9: Sonómetro.

El sonómetro nos ayuda tomando datos en dBA, este sonómetro esta calibrado por la compañía de decso para que los valores tomados sean reales.



Figura 31: Toma de datos implementación de la cámara acústica.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 10: Anemómetro.

Se realizo una medición de la cantidad de aire que ingresa al ventilador para observar si no ha alterado la eficiencia y eficacia del ventilador al momento de implementar la cámara acústica.



Figura 32: ingreso de aire en el ventilador M350 luego de la implementación equipo anemómetro

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 11: Prototipo.

Se realizo un prototipo de la cámara acústica para observar el funcionamiento de este diseño y comprobar si en realidad existe una reducción de dBA.



Figura 33: Prototipo de cámara acústica y medición de reducción

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Anexo 12: Probetas de protectores auditivos y evaluación del aislante acústico.

Las probetas de los protectores auditivos se aplicarán para hacer evaluaciones de aislante acústico personal que tienen los trabajadores.



Figura 34: probetas para evaluación de aislante acústico de protectores tipo copa y de tipo inserción

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Se muestra como esta echa la evaluación de protectores auditivos a los trabajadores del área de lijado y clasificación.

LISTA DE ASISTENTES					LISTA DE ASISTENTES					LISTA DE ASISTENTES				
CAPACITACIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO: <input type="checkbox"/> OTROS: <input type="checkbox"/>					CAPACITACIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO: <input type="checkbox"/> OTROS: <input type="checkbox"/>					CAPACITACIÓN: <input type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO: <input type="checkbox"/> OTROS: <input type="checkbox"/>				
Fecha: 14/02/2023					Fecha: 14/02/23					Fecha: 14/02/23				
Hora Inicio: 08:00 Hora final: 14:00					Hora Inicio: 08:00 Hora final: 14:00					Hora Inicio: 08:00 Hora final: 14:00				
Responsable: Olga Arco y Patricia Fonseca					Responsable: Olga Arco y Patricia Fonseca					Responsable: Patricia Fonseca				
N°	NOMBRE	CODIGO	CARGO	FIRMA	N°	NOMBRE	CODIGO	CARGO	FIRMA	N°	NOMBRE	CODIGO	CARGO	FIRMA
1	Diego Alarcón	22255	Classificador	[Firma]	11	Domitila Cordero	22255	CP-Asesor	[Firma]	1	Patricia Fonseca	22255	Classificador	[Firma]
2	Nancy Cordero	22255	CP-Asesor	[Firma]	12	Patricia Fonseca	22255	CP-Asesor	[Firma]	2	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
3	Alfonso León Fuentes	22255	CP-Asesor	[Firma]	13	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	3	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
4	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	14	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	4	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
5	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	15	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	5	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
6	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	16	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	6	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
7	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	17	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	7	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
8	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	18	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	8	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
9	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	19	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	9	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
10	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	20	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	10	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
11	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	21	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	11	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
12	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	22	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	12	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
13	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	23	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	13	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
14	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	24	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	14	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
15	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	25	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	15	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
16	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	26	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	16	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
17	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	27	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	17	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
18	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	28	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	18	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
19	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	29	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	19	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
20	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	30	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]	20	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
21	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						21	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
22	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						22	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
23	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						23	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
24	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						24	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
25	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						25	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
26	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						26	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
27	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						27	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
28	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						28	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
29	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						29	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]
30	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]						30	Diego Alarcón	22255	CP-Asesor	[Firma]

Figura 35: Listado de evaluación de protectores auditivos.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Se indica como son los resultados de evaluar los protectores auditivos de los trabajadores.



Figura 36: Evaluación de protección personal.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Se indica una nueva evaluación una vez colocado los protectores auditivos como nos indica 3M (Ciencia aplicada a la vida).



Figura 37: Resultados aplicando la guía de 3M.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

Fuente: (Aglomerados Cotopaxi S.A 2020).

Anexo 13: Fabricación de la cámara acústica.



Figura 38: Fabricación de cámara acústica.

Elaborado por: Fonseca, Patricio (2023)

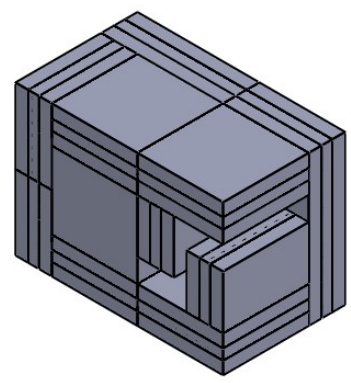
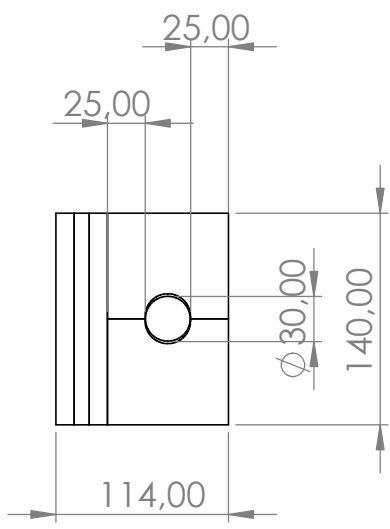
4 3 2 1

F

F

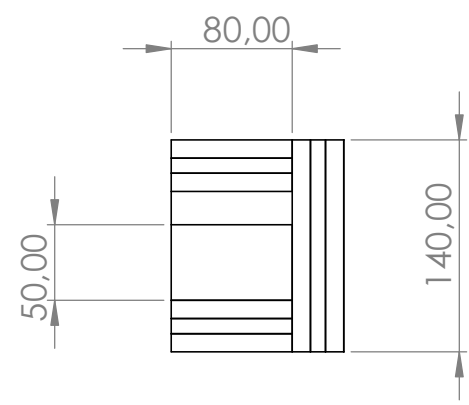
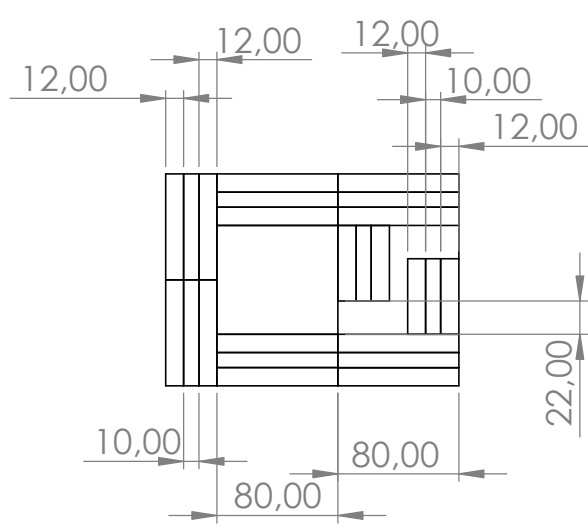
E

E



D

D



C

C

B

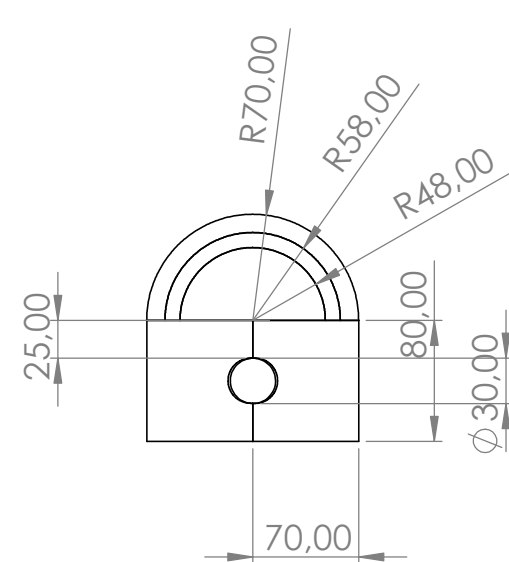
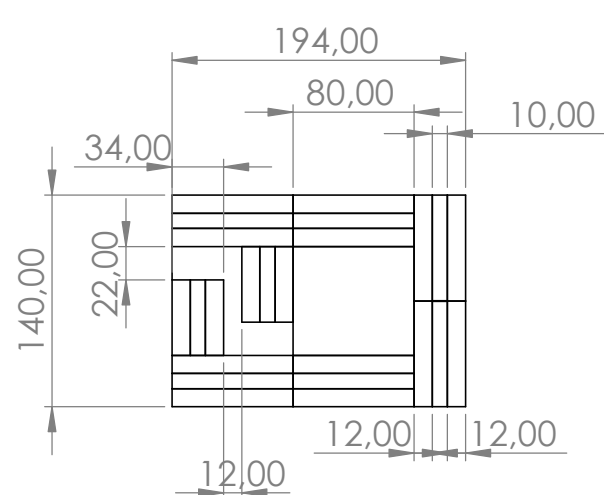
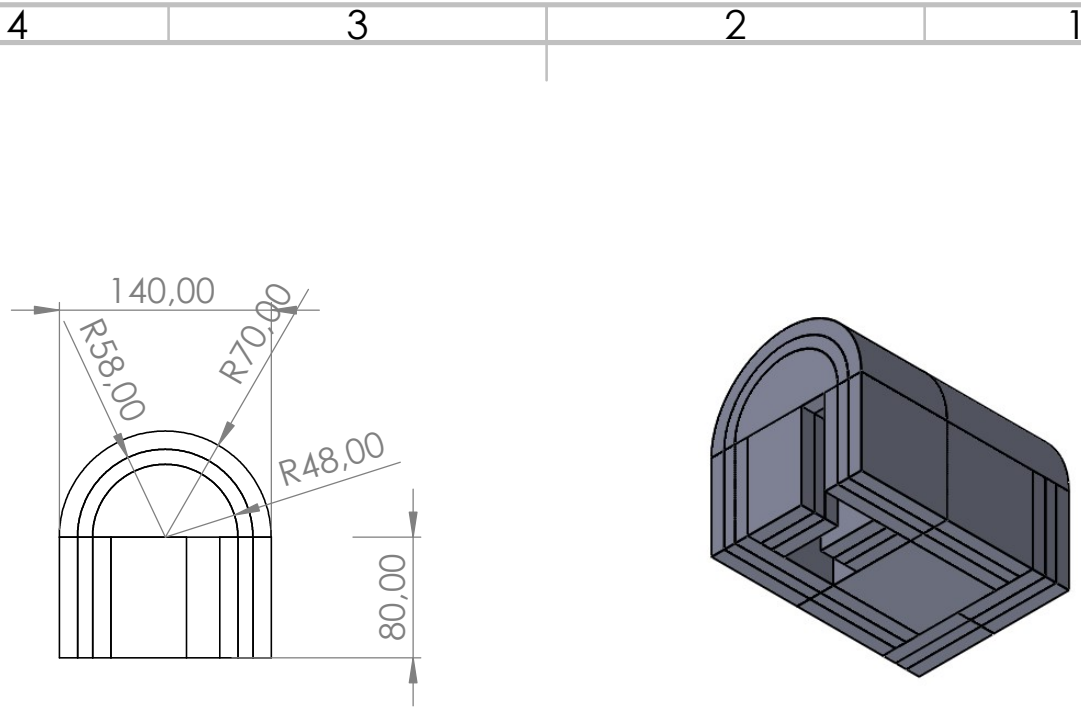
B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM		Diseño:		Cámara Acustica	Sistema Americano	REVISIÓN
					Ing. Pedro Escudero	
TÍTULO:					Cámara Acustica cuadrada.	
MATERIAL:					N.º DE DIBUJO	
Paredes de madera combinadas con espuma acústica.					Anexo 14	
PESO: 25 kg					ESCALA:1:5	
					HOJA 1 DE 1	

A

A

4 3 2 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM		Diseño:		Cámara Acustica	Sistema Americano	REVISIÓN
					Ing. Pedro Escudero	
					TÍTULO: Cámara Acustica con cúpula.	
					N.º DE DIBUJO	A4
				MATERIAL: Paredes de madera combinadas con espuma acústica.	Anexo 15	
				PESO: 25 kg	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1

Anexo 16: aprobaciones por parte de la empresa para el trabajo de integración curricular.

APROBACIÓN DE MANTENIMIENTO

En mi calidad del área de mantenimiento de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en el tema de “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” presentado por Bryan Patricio Fonseca González, para implementar una cámara acústica en la empresa

CERTIFICO

Que dicho Trabajo ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la implementación en el ventilador M350 ubicado en el área del secadero.

Lasso, 10 de febrero del 2023



.....
Ing. Juan Francisco Garzón Pinto

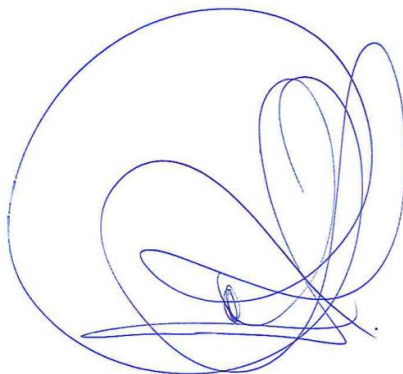
APROBACIÓN DE PROYECTO RUIDO

En mi calidad de colaborador del proyecto ruido de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en el tema de “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” presentado por Bryan Patricio Fonseca González, para implementar una cámara acústica en la empresa.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la implementación en el ventilador M350 ubicado en el área del secadero.

Lasso, 10 de febrero del 2023

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and curves, positioned above a dotted line.

.....
Ing. Oscar Fabricio Salazar Gaibor

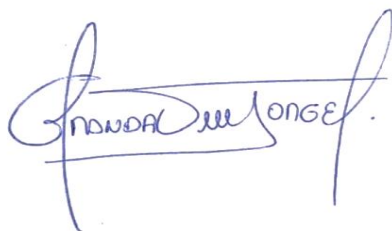
APROBACIÓN DE JEFE DE AGLOMERADO

En mi calidad de jefe de aglomerado de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en el tema de “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” presentado por Bryan Patricio Fonseca González, para implementar una cámara acústica en la empresa.

CERTIFICO

Que dicho trabajo ha sido revisado y validado en todas sus partes, considerando así, que el mismo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser implementado en el ventilador M350 ubicado en el área del secadero.

Lasso, 10 de febrero del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jorge Oswaldo Granda Vallejo". The signature is stylized and cursive.

.....
Ing. Jorge Oswaldo Granda Vallejo. Msc

APROBACIÓN DE LÍDER DEL PROYECTO

En mi calidad de líder del proyecto ruido de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en el tema de “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” presentado por Bryan Patricio Fonseca González, para implementar una cámara acústica en la empresa.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser implementado en el ventilador M350 ubicado en el área del secadero de la línea de Aglomerado.

Lasso, 27 de febrero del 2023



.....
Ing. Ritha Johanna Perrazo Eras Msc.

APROBACIÓN DEL GERENTE INDUSTRIAL

En mi calidad de gerente industrial de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en el tema de “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ACÚSTICA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A, DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” presentado por Bryan Patricio Fonseca González, para implementar una cámara acústica en la empresa.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la implementación en el ventilador M350 ubicado en el área del secadero.

Lasso, 10 de febrero del 2023



Ing. José Xavier Villaroel Duque