

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN, TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

Tema: “LOS RIESGOS QUÍMICOS Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE DE LA EMPRESA TEOJAMA COMERCIAL S.A., DE LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental

Autor: Ing. Hilda Fabiola Thomé Chapanta

Director: Ing. Geovanny José Vega Pérez Mg.

Ambato – Ecuador

2019

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg., Presidente del Tribunal e integrado por los señores, Ing. Manolo Alexander Córdova Suárez Mg.; Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo Mg.; Ing. Freddy Roberto Lema Chicaiza Mg., designados por el Consejo Académico de Posgrado, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “LOS RIESGOS QUÍMICOS Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE DE LA EMPRESA TEOJAMA COMERCIAL S.A., DE LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, elaborado y presentado por la señora ingeniera Hilda Fabiola Thomé Chapanta, para optar por el Grado Académico de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiente cohorte 2014; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
Presidenta del Tribunal



Ing. Manolo Alexander Córdova Suárez Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo
Miembro del Tribunal



Ing. Freddy Roberto Lema Chicaiza
Miembro del Tribunal

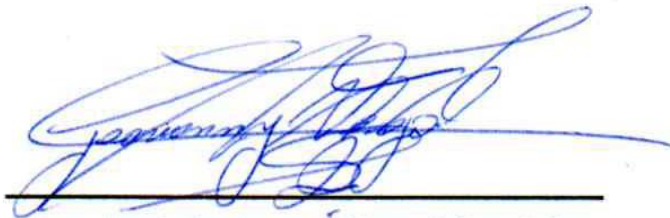
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema “LOS RIESGOS QUÍMICOS Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE DE LA EMPRESA TEOJAMA COMERCIAL S.A., DE LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, le corresponde exclusivamente a la: Ing. Hilda Fabiola Thomé Chapanta, autor bajo la dirección del Ing. Geovanny José Vega Pérez Mg., Director del trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 07 de mayo de 2019



Ing. Hilda Fabiola Thomé Chapanta
C.I. 1803835717
AUTOR



Ing. José Geovanny Vega Pérez Mg.
C.I. 0502622806
DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el presente Trabajo de Investigación sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, 07 de mayo de 2019



Ing. Hilda Fabiola Thomé Chapanta
C.I. 1803835717

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
AGRADECIMIENTO.....	xv
DEDICATORIA	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1. Problema de la Investigación	4
1.1. Tema de la Investigación	4
1.2. Planteamiento del Problema.....	4
1.2.1. Contextualización.....	4
1.2.2. Árbol de problemas	8
1.2.3. Análisis crítico	9
1.2.4. Prognosis	10
1.2.5. Formulación del problema	10
1.2.6. Preguntas directrices	11
1.2.7. Delimitación de la investigación.....	11

1.3.	Justificación.....	12
1.4.	Objetivos	13
1.4.1.	Objetivo general	13
1.4.2.	Objetivos específicos	13

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.	Marco Teórico.....	14
2.1.	Antecedentes Investigativos.....	14
2.2.	Fundamentación Filosófica	17
2.3.	Fundamentación Legal	17
2.4.	Categorías Fundamentales	21
2.5.	Red de Inclusiones Conceptuales.....	22
2.5.1.	Constelación de ideas de la variable independiente	22
2.5.2.	Constelación de ideas de la variable dependiente	23
2.6.	Marco Conceptual de la Variable Independiente	24
2.6.1.	Gestión de la prevención de riesgos laborales	24
2.6.2.	Identificación de peligros	24
2.6.3.	Factores de riesgos	24
2.6.4.	Riesgos químicos	26
2.6.4.1.	Conceptos básicos.....	26
2.6.4.2.	Formas de presentación	27
2.6.4.3.	Vías de ingreso.....	28
2.6.4.4.	Efectos sobre el organismo humano	29
2.6.4.5.	Clasificación	30
2.6.4.6.	Enfermedades respiratorias.....	33
2.6.4.7.	Otros efectos en el organismo.....	35

2.6.5. Identificación de los agentes químicos	36
2.6.5.1. Evaluación de los agentes químicos	37
2.6.5.2. Tipos de exposición	37
2.6.5.3. Valores de referencia	37
2.6.5.4. Criterios de evaluación	39
2.6.5.5. Medición de los agentes químicos	41
2.6.5.6. Controles del riesgo por contaminantes químicos	45
2.7. Marco Conceptual de la Variable Dependiente	45
2.7.1. Gestión en seguridad y salud ocupacional	45
2.7.1.1. Política de seguridad y salud en el trabajo.....	46
2.7.1.2. Estrategia gerencial.....	46
2.7.2. Seguridad y salud en el trabajo	46
2.7.3. Salud ocupacional	47
2.7.3.1. Enfermedad ocupacional.....	47
2.7.3.2. Disciplinas que intervienen en la salud ocupacional	47
2.7.4. Condiciones de trabajo.....	49
2.7.4.1. Medio ambiente de trabajo	50
2.7.4.2. Exigencias físicas.....	50
2.7.4.3. Organización del trabajo.....	51
2.7.5. Higiene industrial.....	51
2.7.5.1. Técnicas de actuación	52
2.7.5.2. Medición y análisis de los agentes contaminantes.....	52
2.7.5.3. Tipos de agentes en higiene industrial y vías de entrada.....	52
2.7.5.4. Actuaciones en higiene industrial	53
2.7.5.5. Ramas y formas de actuación de la higiene industrial.....	54
2.7.6. Programas y servicios de salud ocupacional.....	56

2.7.6.1.	Parámetros de acción del servicio de salud ocupacional	56
2.7.6.2.	Exámenes médicos ocupacionales	57
2.7.6.3.	Examen pre ocupacional	57
2.7.6.4.	Historia laboral	57
2.7.6.5.	Exámenes de vigilancia periódica.....	58
2.7.6.6.	Exámenes especiales.....	58
2.7.6.7.	Examen de retiro.....	58
2.7.6.8.	Actividades no clínicas de seguridad y salud ocupacional	59
2.7.6.9.	Promoción de la salud y programa de detección de abuso de sustancias.....	59
2.7.6.10.	Evaluación de la eficacia de los programas.	60
2.8.	Hipótesis.....	61
2.9.	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	61
2.9.1.	Variable Independiente	61
2.9.2.	Variable Dependiente.....	61
2.9.3.	Término de Relación.....	61

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.	Metodología	62
3.1.	Enfoque	62
3.2.	Modalidad Básica de la Investigación.....	62
3.2.1.	Bibliográfica-documental.....	62
3.2.2.	De campo	62
3.2.3.	Investigación social o proyecto factible.....	63
3.3.	Nivel o tipo de investigación.....	63
3.3.1.	Exploratorio.....	63
3.3.2.	Descriptivo	63

3.3.3. Asociación de variables.....	63
3.4. Población y Muestra.....	64
3.5. Operacionalización de Variables.....	65
3.6. Recolección de la Información.....	67
3.7. Procesamiento y Análisis de la Información.....	67
3.7.1. Plan de procesamiento de información	67
3.7.2. Análisis e interpretación de resultados.....	68

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4. Análisis e Interpretación de Datos	69
4.1. Descripción de la Empresa.....	69
4.1.1. Procesos de Servicio Técnico.....	70
4.1.2. Proceso de Mantenimiento Preventivo.....	71
4.2. Herramientas de análisis	74
4.2.1. Análisis del riesgo de la tarea.....	74
4.2.2. Matriz de riesgos NTP 330	80
4.2.3. Validación y confiabilidad del instrumento	83
4.2.4. Análisis e interpretación de encuestas.....	83
4.3. Medición del Factor de Riesgo Químico – Material Particulado.....	91
4.4. Análisis de Residuos Sólidos	98
4.5. Comprobación de la Hipótesis	100
4.5.1. Hipótesis nula H_0	101
4.5.2. Hipótesis alterna H_1	101
4.5.3. Chi cuadrado calculado	101
4.5.3.1. Variable independiente	101
4.5.3.2. Variable dependiente	101

4.5.3.3. Tabla de contingencia.....	102
4.5.4. Chi cuadrado tabulado.....	103
4.5.5. Grafica del Chi Cuadrado.....	104
4.5.6. Decisión final	105

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y Recomendaciones	106
5.1. Conclusiones	106
5.2. Recomendaciones.....	107

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6. Propuesta.....	109
6.1. Tema.....	109
6.2. Datos Generales del Proyecto	109
6.3. Antecedentes de la Propuesta.....	109
6.4. Justificación.....	111
6.5. Objetivos de la propuesta.....	111
6.5.1. Objetivo general de la propuesta.....	111
6.5.2. Objetivos específicos de la propuesta	111
6.6. Fundamentación Legal	112
6.7. Análisis de Factibilidad.....	112
6.7.1. Económico.....	112
6.7.2. Tecnológico.....	112
6.7.3. Organizacional	113
6.7.4. Social.....	113
6.8. Análisis de costos.....	113

6.9.	Plan de Implementación.....	114
6.9.1.	Diseño de la estructura metálica	116
6.9.2.	Diseño del control electrónico	119
6.9.3.	Diseño del control eléctrico	121
6.9.4.	Materiales y recursos utilizados	121
6.9.5.	Ensamble de la estructura metálica	125
6.9.6.	Ensamble de la estructura electrónica	127
6.9.7.	Ensamble de la estructura eléctrica	128
6.9.8.	Programación en el controlador Mega Arduino.....	129
6.10.	Presentación de la máquina limpiadora de filtros de aire	129
6.11.	Procedimiento de Funcionamiento de la máquina limpiadora de filtros...131	
6.12.	Resultados Esperados.....	133
6.13.	Bibliografía	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Tamaño de partícula de distintos contaminantes	28
Tabla N° 2. Principales fuentes de exposición.....	31
Tabla N° 3. Enfermedades del sistema respiratorio.....	33
Tabla N° 4. Número de trabajadores para muestreo.....	42
Tabla N° 5. Número mínimo de muestras por jornada de trabajo.....	43
Tabla N° 6. Población y Muestra	64
Tabla N° 7. Matriz de Operacionalización de la variable independiente – Riesgos Químicos.....	65
Tabla N° 8. Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente – Salud Ocupacional.....	66
Tabla N° 9. Plan de recolección de la información	67
Tabla N° 10. Datos informativos de Teojama Comercial S.A.	69
Tabla N° 11. Parámetros del mantenimiento preventivo.....	72
Tabla N° 12. Análisis de Riesgo de Tarea	75
Tabla N° 13. Características técnicas del equipo Aerocet 831	92
Tabla N° 14. Muestreo y Mediciones	93
Tabla N° 15. Estándar calidad ambiental en interiores.....	93
Tabla N° 16. Valores de medición serie 300	94
Tabla N° 17. Valores de medición serie 500	94
Tabla N° 18. Valores obtenidos serie 700.....	95
Tabla N° 19. Cálculo de los logaritmos neperianos.....	95
Tabla N° 20. Dosis total por series.....	97
Tabla N° 21. Frecuencias observadas de la encuesta, preguntas 4 y 7.....	102
Tabla N° 22. Frecuencias esperadas de la encuesta, preguntas 4 y 7.....	102
Tabla N° 23. Chi cuadrado calculado	103
Tabla N° 24. Chi cuadrado tabulado.....	104
Tabla N° 25. Datos informativos	109
Tabla N° 26. Costos de Implementación	114
Tabla N° 27. Cronograma de implementación	115
Tabla N° 28. Dimensiones de los filtros de aire	116
Tabla N° 29. Descripción de materiales para la estructura metálica	122
Tabla N° 30. Descripción de materiales electrónicos	123
Tabla N° 31. Descripción de materiales eléctricos	124
Tabla N° 32. Softwares utilizados.....	125
Tabla N° 33. Resultados Esperados	133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Enfermedades Profesionales reportadas en Ecuador	5
Gráfico N° 2. Enfermedades profesionales reportadas en Tungurahua.....	7
Gráfico N° 3. Relación Causa - Efecto	8
Gráfico N° 4. Pirámide de Kelsen	17
Gráfico N° 5. Categorías Fundamentales	21
Gráfico N° 6. Subcategorías de la variable independiente	22
Gráfico N° 7. Subcategorías de la variable dependiente	23
Gráfico N° 8. Transición de partículas ultra finas.....	35
Gráfico N° 9. Evaluación de la exposición a agentes químicos	36
Gráfico N° 10. Proceso de evaluación del riesgo por inhalación de agentes químicos	40
Gráfico N° 11. Tipos de Muestreo.....	41
Gráfico N° 12. Clasificación de agentes en Higiene Industrial	52
Gráfico N° 13. Gestión de la Higiene Ocupacional	55
Gráfico N° 14. Productos y servicios de servicio técnico	70
Gráfico N° 15. Flujograma Mantenimiento Preventivo	73
Gráfico N° 16. Relación de niveles de intervención	82
Gráfico N° 17. Porcentaje de participación por tipo de riesgo	82
Gráfico N° 18. Cálculos de Alfa de Cronbach.....	83
Gráfico N° 19. Respuesta - pregunta 1	84
Gráfico N° 20. Respuesta - pregunta 2	84
Gráfico N° 21. Respuesta - pregunta 3	85
Gráfico N° 22. Respuesta - pregunta 4	86
Gráfico N° 23. Respuesta - pregunta 5	86
Gráfico N° 24. Respuesta - pregunta 6	87
Gráfico N° 25. Respuesta - pregunta 7	87
Gráfico N° 26. Respuesta - pregunta 8	88
Gráfico N° 27. Respuesta - pregunta 9	89
Gráfico N° 28. Respuesta - pregunta 10	89
Gráfico N° 29. Resultado global de la encuesta.....	90
Gráfico N° 30. Medidor de material particulado	91
Gráfico N° 31. Toma de muestra de residuos sólidos CESTTA	98
Gráfico N° 32. Presencia de metales pesados	99
Gráfico N° 33. Porcentaje de otros elementos encontrados	100

Gráfico N° 34. Curva de la distribución Chi cuadrado	105
Gráfico N° 35. Depresión del cilindro cónico.....	117
Gráfico N° 36. Diagrama de momento	118
Gráfico N° 37. Diagrama electrónico	120
Gráfico N° 38. Esquema eléctrico	121

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Padre Dios por darme la vida y enseñarme a no desfallecer y agradecer por todo lo que tengo.

A mi familia por apoyarme en todos los retos que me he propuesto a lo largo de mi vida profesional.

A la empresa Teojama Comercial S.A., por creer en mi capacidad y permitirme desarrollar mis conocimientos dentro de sus procesos.

A la Universidad Técnica de Ambato y a sus distinguidos docentes por aportar con sus conocimientos y experiencia en el presente trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi Padre celestial, que me ha dado la fortaleza para seguir adelante y levantarme en los momentos difíciles.

A mi esposo Fernando y mi hijo Juan Dieguito, por ser mi más grande motivación, por todo su sacrificio paciencia y tiempo entregado, durante todo este tiempo.

A mi abuelita Hilda, que me enseñó que la perseverancia es la mejor herramienta para el éxito profesional. A mi abuelito José, por sufrir conmigo todas las peripecias para concluir este proyecto.

A mis padres y hermanas, por ser la luz de mi vida y apoyarme de cualquier manera para conseguir mis objetivos.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA
EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL. MAESTRÍA EN
SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

TEMA: “LOS RIESGOS QUÍMICOS Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE DE LA EMPRESA TEOJAMA COMERCIAL S.A., DE LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Autora: Ing. Hilda Fabiola Thomé Chapanta

Director: Ing. Geovanny José Vega Pérez Mg.

Fecha: 06 de mayo de 2019

RESUMEN EJECUTIVO

En el estudio realizado de los Riesgos Químicos y su incidencia en la Salud Ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., mediante la evaluación de riesgos basado en la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente se determinó que el riesgo químico tiene el nivel de intervención II, donde requiere corregir y adoptar medidas de control. Basado en esta investigación preliminar se realiza una evaluación higiénica en el puesto de trabajo donde se determina que los trabajadores se encuentran expuestos a dosis que superan el valor límite permisible de acuerdo a lo que indica la norma UNE 17330-2; 2014. A través de exámenes de laboratorio se analiza el tipo de residuos sólidos que se depositan en el ambiente de trabajo al realizar la actividad de la limpieza de filtros de aire, se obtiene como resultado que se encuentran presentes los metales silicio, plomo y mercurio, lo que evidencia

claramente el efecto negativo que puede causar en la salud respiratoria de los trabajadores. Para la comprobación de la variable dependiente se realiza una encuesta validada oportunamente dirigida a los trabajadores involucrados, quienes afirmaron que mientras mayor es la exposición a la actividad mayor es el deterioro en su salud.

Tomando en cuenta las evaluaciones anteriores, se propone el diseño y construcción de una máquina limpiadora de filtros de aire que funciona con aire comprimido que limpia el filtro de adentro hacia afuera, encapsulando el material particulado depositándolo en una bolsa de tela en su interior que puede ser removida sin peligro de contaminación.

La estructura metálica se encuentra diseñado en el software libre MDSOLIDS, el funcionamiento electrónico se fundamenta en ARDUINO. La máquina limpiadora de filtros de aire corresponde a una solución efectiva no sólo del riesgo químico sino de otro tipo de riesgos derivados a la actividad.

PALABRAS DESCRIPTORAS: Riesgo Químico, Material Particulado, Filtro de aire, Silicio, Plomo, Mercurio, Carbono Natural, Salud respiratoria, Hino, Mega Arduino.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO FACULTY OF
ENGINEERING IN ELECTRONIC AND INDUSTRIAL SYSTEMS.
MASTERY IN INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY AND
HYGIENE**

THEME: “THE CHEMICAL RISKS AND ITS INCIDENCE IN THE OCCUPATIONAL HEALTH OF THE WORKERS OF THE CLEANING PROCESS OF AIR FILTERS OF THE ENTERPRISE TEOJAMA COMERCIAL S.A., OF THE CITY OF AMBATO, PROVINCE OF TUNGURAHUA”

Author: Ing. Hilda Fabiola Thomé Chapanta

Director: Ing. Geovanny José Vega Pérez Mg.

Date: 07 de mayo de 2019

EXECUTIVE SUMMARY

In the study carried out of the Chemical Risks and their incidence in the Occupational Health of the workers of the process of cleaning of air filters of the company Teojama Comercial SA, through the risk assessment based on the NTP 330: Simplified system of risk assessment of accident it was determined that the chemical risk has the level of intervention II, where it requires correcting and adopting control measures. Based on this preliminary investigation, a hygienic evaluation is carried out at the workplace where it is determined that workers are exposed to doses that exceed the permissible limit value according to what UNE 17330-2 indicates; 2014. Through laboratory tests, the type of solid waste that is deposited in the work environment when performing the activity of cleaning air filters is analyzed, resulting in the presence of silicon, lead and mercury metals. , which clearly demonstrates the negative effect it can have on workers' respiratory health. For the verification of the dependent variable, a validated survey is carried out opportunely directed to the workers involved, who affirmed that the greater the exposure to the greater activity, the deterioration in their health.

Taking into account the previous evaluations, we propose the design and construction of an air filter cleaning machine that works with compressed air that cleans the filter from the inside out, encapsulating the particulate material by depositing it in a cloth bag inside that can be removed without danger of contamination.

The metallic structure is designed in the free software MDSOLIDS, the electronic operation is based on ARDUINO. The air filter cleaning machine corresponds to an effective solution not only of the chemical risk but also of other types of risks derived from the activity.

KEYWORDS: Chemical Risk, Particulate Material, Air Filter, Silicon, Lead, Mercury, Natural Carbon, Hino, Respiratory Health, Mega Arduino.

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran demanda de sustancias químicas que exige el mercado, las empresas hoy en día, utilizan en sus procesos o como materia prima dichas sustancias, sin duda se han vuelto parte de la vida cotidiana del ser humano. Lamentablemente, no se realizan actividades de investigación para determinar los comportamientos, amenazas y efectos hacia las personas y especialmente a los trabajadores que se encuentran en contacto directo a su exposición.

Dentro de la higiene industrial, el riesgo químico posee gran importancia, porque afecta a la salud de los trabajadores a nivel local o sistémico, de acuerdo a las características de la sustancia utilizada, por ejemplo se puede mencionar: tipo de concentración, agresividad, tiempo de exposición y características individuales del trabajador.

Según (Fundación Mapfre, 2015), “La menor exposición a sustancias o productos nocivos se da en servicios en un 17,3%”. Dentro de este indicador destaca el elevado porcentaje de personas expuestas a sustancias nocivas por inhalación. Respecto a las ocupaciones con mayor riesgo destacan los mecánicos o trabajadores de talleres automotrices, por ende se ha visto la necesidad de investigar los riesgos químicos y su incidencia en la salud ocupacional de los trabajadores de servicio técnico en la empresa Teojama Comercial S.A.

En el capítulo I, se describe la problemática actual que presenta el área de servicio técnico al momento de realizar la actividad de limpieza de los filtros de aire, en base a ello se identificaron las causas y efectos, que dieron como resultado el tema de investigación. En este apartado se encuentra la justificación y los objetivos planteados.

En el capítulo II, se encuentra el marco teórico que agrupa el conjunto de ideas, procedimientos y opiniones de los diferentes autores bibliográficos, que ayudan a

fundamentar los antecedentes investigativos, la fundamentación filosófica y legal, así como la estructuración de las categorías fundamentales. Adicionalmente, se encuentra la hipótesis que guía a la investigación y es comprobada mediante la aplicación de fórmulas estadísticas.

El capítulo III, Se enfoca la investigación a una forma cualitativa y cuantitativa, considerando las modalidades bibliográfica, documental y de campo. Se ha desarrollado la investigación exploratoria y descriptiva para determinar cómo es y cómo se manifiesta la problemática en la salud de los trabajadores. En el presente capítulo se menciona a la población y muestra a ser estudiada y se propone la metodología para recolectar la información.

En el capítulo IV, se analizan e interpretan los resultados de la investigación, que inicia con el análisis de riesgo de tarea del proceso de limpieza de filtros de aire, para luego desarrollar la matriz de riesgos mediante la metodología de la NTP 330, dónde se determina que el Riesgo Químico es el más perjudicial para la salud de los trabajadores. Luego se realizan mediciones del Riesgo en mención y se determina que sobrepasa los niveles de exposición permisibles, según la normativa vigente. Mediante exámenes de laboratorio se determina que en el filtro de aire del vehículo existe la presencia de metales como el silicio y el plomo que corrobora indicar que se puede contraer una enfermedad profesional. Finalmente, se verifica la hipótesis planteada respecto a los riesgos químicos y su incidencia en la salud de los trabajadores.

En el capítulo V, de acuerdo a la investigación de la situación inicial con los datos obtenidos de medición y análisis desarrollado en el capítulo anterior, se establecen las conclusiones y recomendaciones dónde se condensa el conocimiento adquirido a lo largo de la investigación y se proponen alternativas de solución viables que deben ser tomadas de manera inmediata para precautelar la salud del colaborador.

En el capítulo VI, se plantea desarrollar la mejor alternativa encontrada, en este caso, se propone la construcción de una máquina limpiadora de filtros, que de forma automatizada no tiene contacto con el trabajador, evitando que el material particulado que sale proyectado hacia el exterior durante la actividad, prácticamente se encapsule y no genere daños en la vía respiratoria.

Finalmente, se concluye con la bibliografía utilizada y los anexos en los que se han incorporado los instrumentos que se aplicaron en la investigación de campo.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de la Investigación

Los riesgos químicos y su incidencia en la salud ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Contextualización

Hoy en día las sustancias químicas y sus mezclas presentan ventajas competitivas para la sociedad actual, ya que contribuyen a la prosperidad económica y bienestar de las organizaciones a nivel mundial, en cuanto a producción y empleo, pues también contribuyen a la producción de otras industrias como es el caso del sector automotriz. “Existen 100.000 sustancias distintas registradas en el mercado, las empresas utilizan habitualmente unas 30.000, a pesar que 20.000 aún no han sido objeto de pruebas toxicológicas completas y sistemáticas y que el 21% de las sustancias químicas de alto volumen de producción, es decir, 1.000 toneladas por año, no disponen de datos toxicológicos”. (Fundación Mapfre, 2015, pág. 76)

Según la Organización Mundial de la Salud en su página oficial, indica que “las enfermedades profesionales más comunes son el cáncer atribuible a la exposición a sustancias peligrosas, las enfermedades musculo esqueléticas, las enfermedades respiratorias, la pérdida de audición, las enfermedades circulatorias y las

enfermedades transmisibles causadas por exposición a agentes patógenos. En muchos países industrializados, donde el número de muertes por accidentes relacionados con el trabajo ha ido disminuyendo, las muertes por enfermedad profesional, sobre todo la amiantosis, están aumentando”. (Comunicado conjunto OMS/Oficina Internacional del Trabajo, 2005)

En el Gráfico No. 1 se presentan las estadísticas actuales del Ecuador, proporcionadas por el Seguro General de Riesgos del Trabajo (SGRT), del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), dónde indica las enfermedades profesionales reportadas desde el año 2013 al año 2015, se puede apreciar un aumento de tendencia en el último año, estas enfermedades profesionales se refieren a trastornos musculo esqueléticos en primer lugar con un 69%, y solo apenas el 1,25% se refieren a las enfermedades de carácter respiratorio.

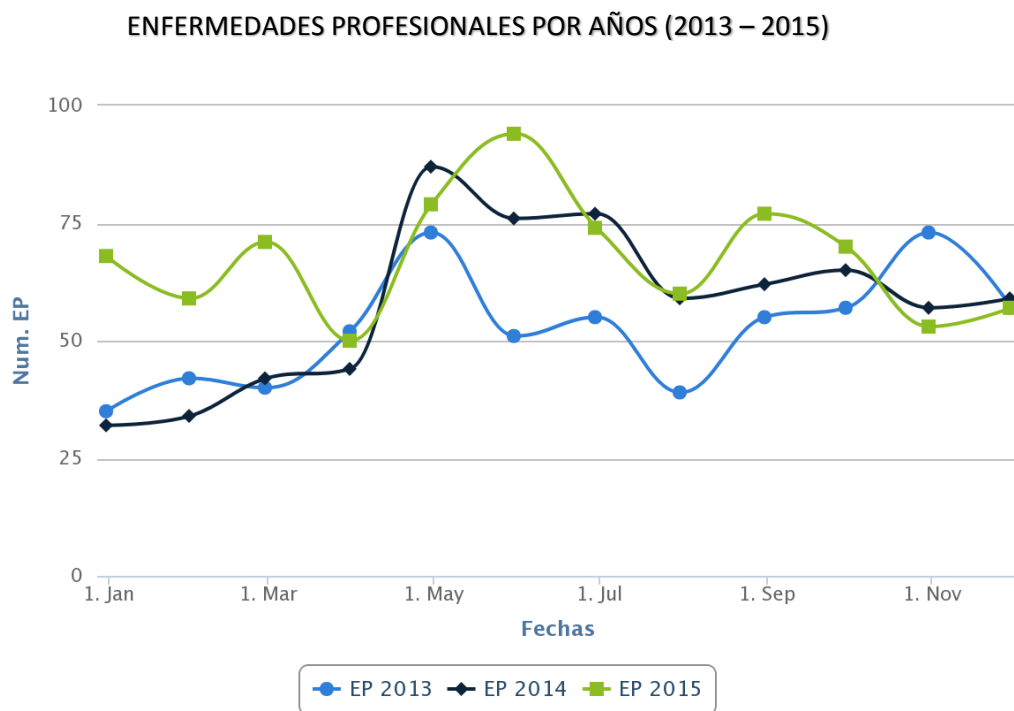


Gráfico N° 1. Enfermedades Profesionales reportadas en Ecuador
Fuente: (Trabajo, 2016)

En una publicación realizada por el Diario El Comercio, se indica que: “un problema en el país es la falta de reporte de enfermedades profesionales por parte de trabajadores o empleadores”. (Comercio, 2014).

Se deduce que los empleadores no realizan el reporte respectivo, por temor a ser sancionados con multas pecuniarias en cuantías onerosas por los entes de control Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y el Ministerio de Trabajo (MDT). Por otra parte, el trabajador tampoco realiza la denuncia respectiva por temor a perder su trabajo o tener malas referencias en su hoja de vida. Debido al auge que se ha venido dando en el país con el tema de la gestión en seguridad y salud ocupacional, año a año se ha incrementado en un promedio del 35% del reporte de accidentes y enfermedades laborales a Riesgos del Trabajo.

De todo este análisis también se puede mencionar que no existe un tiempo exacto o determinado en promedio, para el apareamiento de enfermedades laborales, las mismas pueden aparecer a los 10 años de exponerse a una misma actividad cuando no se ha realizado una gestión eficiente por parte de la empresa. Dado que la gestión en seguridad y salud ocupacional es relativamente nueva en el Ecuador, más adelante se podría apreciar el reporte de enfermedades respiratorias en un mayor índice, ya que su caracterización principal es atacar al cuerpo humano silenciosamente.

Citando particularmente a la provincia de Tungurahua, en el Gráfico No. 2, también se presentan estadísticas correspondientes a enfermedades profesionales del 2013 al 2015, de acuerdo a los meses de septiembre y octubre son los meses que mayor incidencia de enfermedades se ha presentado, es decir, se han obtenido 7 reportes de enfermedades profesionales, los cuales corresponden a enfermedades de tipo musculo esquelético, entre las más relevantes se tiene: lumbalgia crónica, hernia discal, síndrome del túnel carpiano y tendinitis. Si bien es cierto, estas enfermedades citadas anteriormente son de tipo musculo esquelético mas no de tipo respiratorio, lo que nos conlleva a mencionar que no existe información sobre este tipo de afecciones dentro del ámbito laboral, por lo que no se puede partir de un precedente estadístico, por lo que se ha optado por iniciar este estudio basada en la referencia bibliográfica y estudios científicos de carácter regional o internacional, con lo cual se busca dejar un antecedente para estudios posteriores en el tema en mención.

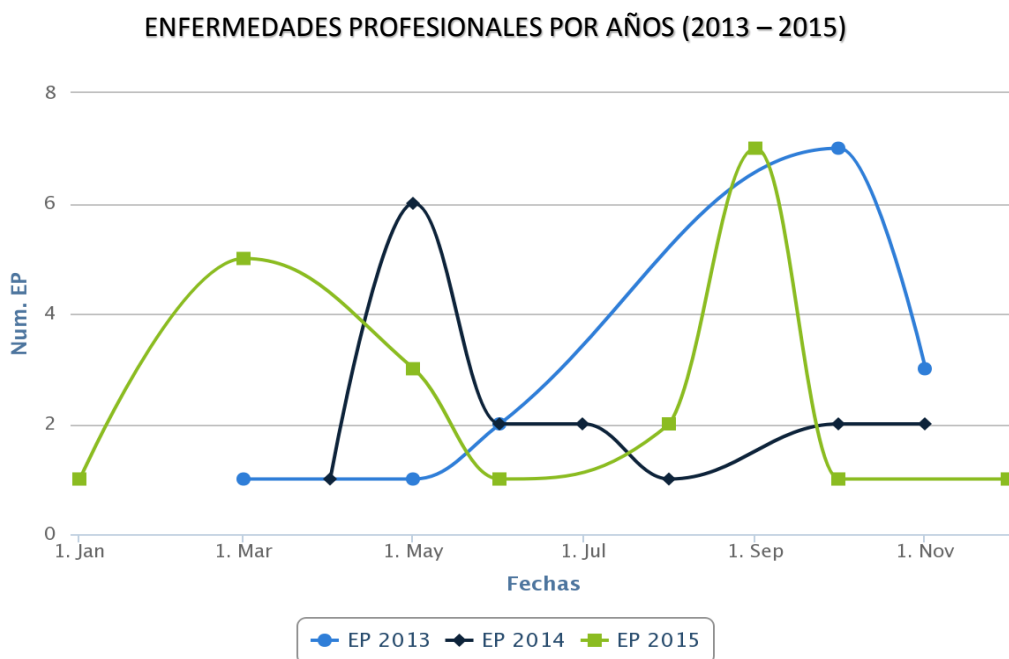


Gráfico N° 2. Enfermedades profesionales reportadas en Tungurahua
Fuente: (Trabajo, 2016)

Haciendo referencia a lo anterior, los riesgos químicos se perfilan con una carencia de información e investigaciones locales, pese a que las afecciones respiratorias son un enemigo silencioso dentro del organismo que quizá no cobre vidas de forma inmediata en los trabajadores sino son de largo plazo, es decir de 10 o más años. Es muy probable que la gestión de seguridad y salud en el trabajo que ha venido evolucionando desde el año 2010 en la provincia de Tungurahua, reporte en los próximos años, las enfermedades profesionales de sus trabajadores, de décadas pasadas, siempre y cuando en la actualidad se realice el seguimiento adecuado.

Finalmente se puede indicar que la cultura en prevención de riesgos, se vuelve imprescindible implantar en la industria Tungurahuesa, ya que si se empieza a medir los incidentes, accidentes y enfermedades de tipo laboral, se podrá controlar, mitigar y por qué no aplicar los mecanismos necesarios para desaparecer la peligrosidad del trabajo en un ambiente laboral saludable y productivo.

1.2.2. Árbol de problemas

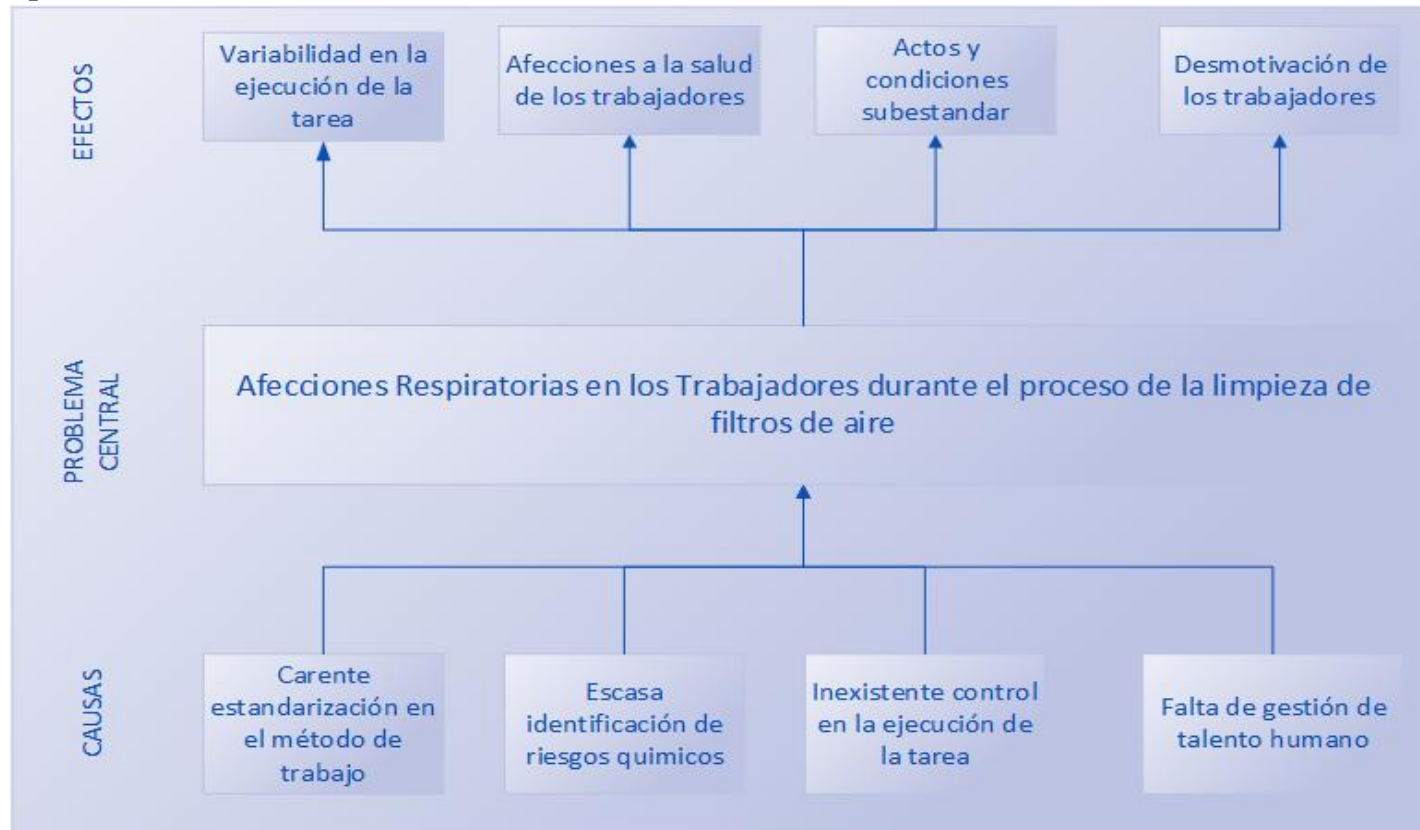


Gráfico N° 3. Relación Causa - Efecto
Elaborado por: Investigadora

1.2.3. Análisis crítico

Debido a la carente estandarización del método de trabajo en la limpieza de filtros de aire en el área de servicio técnico, se adquiere como consecuencia la variabilidad en la ejecución de la actividad, por lo que la probabilidad de que ocurra un accidente en el corto plazo, es alto. Adicionalmente, el trabajo realizado no está sujeto a los procedimientos básicos operativos establecidos o a una medición del desempeño, por lo que es imposible evaluar la calidad del servicio entregado al cliente.

Otra causa que se puede mencionar, es que al momento de ejecutarse la tarea es escasa la identificación de riesgos químicos, ocasionando afecciones a la salud de los trabajadores. Estos agentes químicos penetran en el organismo, provocando distintos efectos perjudiciales, entre ellos efectos inmediatos de tipo agudo o a largo plazo de tipo crónico, que pueden no aparecer hasta años después de la exposición, convirtiéndose en una enfermedad profesional.

Se puede mencionar que no existe un control adecuado en la ejecución de la limpieza de filtros, ya que para esa actividad no se tiene planificada una inspección de seguridad periódica, por tal motivo los trabajadores de servicio técnico cometen actos inseguros o sub estándar, propiciando un ambiente peligroso para su salud y la ocurrencia de accidentes.

Finalmente, se evidencia la falta de gestión de talento humano (falta de capacitación y adiestramiento), dando como resultado principal la desmotivación y apatía de los trabajadores al realizar su trabajo, así como la falta de concientización en el cuidado de la salud. También se pueden enumerar otros efectos, resultado de la falta de capacitación y adiestramiento que son: afectación del rendimiento del personal y descenso de la productividad.

1.2.4. Prognosis

Al no contar con una estandarización adecuada de procesos y a su vez el establecimiento de procedimientos básicos operativos, los trabajadores del área de servicio técnico, podrían ocasionar u ocasionarse un accidente de trabajo, debido a la proyección de partículas generada en el proceso y el mal uso del aire comprimido.

Al exponerse a agentes químicos peligrosos de forma continua, en la limpieza de filtros de aire, los trabajadores desarrollaran afecciones en su salud, principalmente de tipo respiratorio, ya que se genera la exposición a material particulado de forma diaria, por lo que al mediano y largo plazo puede convertirse en una enfermedad de tipo profesional severa.

De continuar con la falta de control en las operaciones de servicio técnico, como lo indica la normativa vigente en materia de seguridad y salud ocupacional, afectaría a los indicadores de gestión de la unidad de seguridad y salud de la empresa. Afectaría también a los recursos económicos de la organización, como desembolsos por indemnizaciones, demandas e incluso sanciones pecuniarias, así como el prestigio de la misma, ante las entidades de control (IESS y MDT) y los clientes de la empresa Teojama Comercial S.A.

De permanecer con la falta de capacitación y adiestramiento, podría originar una alta rotación del personal, ya que al no contar con el conocimiento adecuado para ejecutar sus labores, se generaría una mala calidad del servicio que presta, llamadas de atención por parte del jefe inmediato y posteriormente un ambiente hostil para desempeñar sus labores afectando su rendimiento y apático a cualquier actividad que desarrolle y posteriormente abandonando su puesto de trabajo.

1.2.5. Formulación del problema

¿Son los factores de riesgos químicos en la limpieza de filtros de aire los que inciden en las condiciones de salud ocupacional de los trabajadores de la empresa Teojama Comercial S.A.?

1.2.6. Preguntas directrices

- ¿Se han identificado los agentes químicos peligrosos en el proceso de la limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A.?
- ¿Se ha cuantificado el material particulado presente en el proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A.?
- ¿Se ha determinado el tipo de material particulado al que se encuentra expuesto el personal de servicio técnico?
- ¿Existe una alternativa de solución factible para el problema planteado?

1.2.7. Delimitación de la investigación

Delimitación del Contenido

Campo: Higiene Industrial

Área: Riesgos Químicos

Aspecto: Afecciones a la salud respiratoria

Delimitación Espacial

El presente trabajo investigativo se realiza en la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, ubicada en la Av. Bolivariana y Tales de Mileto, en el área de servicio técnico en el proceso de limpieza de filtro de aire.

Delimitación Temporal

El presente trabajo se lo realiza dentro de un cronograma de ejecución 10 meses en el periodo comprendido de Junio de 2018 a Abril de 2019.

1.3. Justificación

La presente investigación tiene su **importancia** en el ámbito de la Salud ocupacional ya que es un eje fundamental dentro de las organizaciones en el cuidado del capital humano, más aun en la empresa Teojama Comercial S.A., que relaciona sus actividades con el servicio técnico de vehículos, catalogada o considerada como una empresa de alto riesgo en la rama de servicios. Por lo tanto, se pretende influir en el comportamiento de los trabajadores para generar una cultura de prevención y cuidado de la salud laboral.

Existe la **factibilidad** para realizar la investigación por que se dispone del conocimiento suficiente en el campo de Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental, de los recursos económicos, bibliográficos y tecnológicos necesarios, el apoyo logístico y profesional de los especialistas que dirigen el proyecto, así como el acceso a la información requerida para el proyecto y finalmente, la apertura necesaria de la alta dirección de la empresa.

Los **beneficiarios** son la empresa Teojama Comercial S.A., los trabajadores de servicio técnico que desempeñan sus labores diariamente en la limpieza de filtros de aire, la alta dirección que podrá cumplir con el mejoramiento continuo del sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Los clientes que a diario ingresan a las zonas de trabajo a verificar los mantenimientos realizados en sus vehículos.

El presente trabajo de titulación es un proyecto de **gran impacto** para la empresa Teojama Comercial S.A. y sus sucursales, ya que mejora la calidad del ambiente de trabajo y disminuye considerablemente el tiempo de mantenimiento en los vehículos, es decir, se planea mejorar los tiempos de ciclo de la productividad del personal, evitando la fatiga laboral y exposición a agentes químicos peligrosos que se encuentran en el ambiente, generados a partir de la limpieza de filtros de aire. Por otra parte, se podría mencionar que el desarrollo de este trabajo puede ser tomado como referencia para otros proyectos en concesionarios de vehículos que también gestionan la limpieza de filtros de aire.

Finalmente, el trabajo de investigación tendrá una **utilidad práctica** porque se propone una solución automatizada de bajo costo, que incluye modificar el método de trabajo en la limpieza de filtros, ayudando a la productividad del proceso de mantenimiento preventivo, y además fundamentada en una utilidad teórica por que se acudió a fuentes de investigación bibliográfica actualizada y especializada sobre el tema.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Investigar los factores de riesgos químicos en el proceso de limpieza de filtros de aire y su incidencia en las condiciones de salud de los trabajadores de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los agentes químicos peligrosos en el proceso de la limpieza de filtros de aire, a través de un análisis de riesgos potenciales que puedan afectar la salud de los trabajadores.
- Cuantificar el material particulado presente en el proceso de limpieza de filtros de aire mediante una medición en el puesto de trabajo, para determinar el límite de exposición.
- Determinar el tipo de material particulado al que se encuentran expuestos el personal de servicio técnico en su puesto de trabajo, mediante un análisis de laboratorio.
- Proponer una alternativa de solución factible para la problemática detallada anteriormente, mediante automatismos de control que permitan mitigar el riesgo generado.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La relevancia de la industria automotriz es un efecto multiplicador sobre el resto de las industrias, debido a su gran potencial como generador de empleo, transferencia de tecnología y atracción de inversiones, según la Asociación Ecuatoriana de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), indica en su portal web que existen 3.126 empresas dedicadas a los procesos de mantenimiento de vehículos.

En el sector automotriz durante los procesos de fabricación de partes, ensamblaje, almacenamiento y mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, los trabajadores usan una variedad de productos químicos como: combustibles, solventes, pinturas, aceites, grasas, etc., de ahí se presentan en diferentes estados, ya sea sólidos, líquidos o gaseosos, los más representativos son: polvos, gases, humos y vapores. El uso, manejo, manipulación y almacenamiento de dichos productos químicos en el taller de reparación de vehículos, asocia una serie de riesgos laborales de carácter químico, que con una identificación y evaluación adecuada pueden ser evitados o minimizados, siendo éste el propósito de dicho trabajo.

Es importante mencionar que en un taller mecánico los trabajadores están en constante exposición a actividades relacionadas a la limpieza de piezas o repuestos del vehículo, por lo que se produce material particulado que no solamente ingresa en el organismo, también puede generarse una proyección de partículas hacia la

cara y ojos. Las partículas sólidas que se encuentran suspendidas en el aire y de tamaño pequeño están comprendidas por lo general, en 1 y 0,25 micras, que como se mencionaba anteriormente tiene su génesis en el proceso de soplado de piezas del vehículo.

De acuerdo a lo manifestado por (Fundación Mapfre, 2015), analiza lo siguiente con respecto a los efectos de los agentes químicos contaminantes:

“Los posibles efectos que produce, se puede hablar de polvo neumoconiótico, tóxico, cancerígeno, alérgico, etc. También conviene recordar que, hasta hace pocos años, se ha estado utilizando el término “polvo inerte” o “polvo molesto” para designar aquellas partículas que no ocasionaban efectos adversos importantes, no contenían amianto y la proporción de sílice cristalina era inferior al 1%. Actualmente, este término ha sido sustituido por el de “Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma” que considera toda la materia particulada para la que no exista evidencia toxicológica sobre la que basar un valor límite”.

Es importante mencionar que el área automotriz trabaja continuamente con exposición al plomo. A este agente químico se lo puede encontrar en diferentes actividades como: lavado de partes y piezas de motor, en la carga de combustibles y lubricantes en los vehículos, como solventes para diferentes tareas específicas y dentro del particulado que recoge el filtro de aire en los vehículos.

Según el (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1986) NTP °165. Plomo. Normas para su evaluación y control, en la parte inicial indica que:

“El plomo es un elemento conocido y utilizado desde la antigüedad y su comportamiento como tóxico ha sido ampliamente estudiado. Se han constatado sus efectos nocivos para las funciones renal y hepática y los sistemas hematopoyéticos, nervioso central y periférico”.

Por lo tanto, la amplia utilización del plomo en la industria automotriz de las formas antes señaladas, asociado al material particulado puede causar acertadamente una enfermedad profesional.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2018), refiere la siguiente información:

“Más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. El plomo también causa daños duraderos en los adultos, por ejemplo aumentando el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales.”

Por otra parte, las afecciones respiratorias se presentan en consecuencia de malos hábitos de trabajo, por ejemplo: deficiente higiene luego de haber manipulado solventes o haber tenido contacto con material particulado, especialmente las que se alojan en los filtros de aire.

Otro mal hábito de trabajo es la falta de lavado de manos antes de servirse algún alimento, por lo que se genera la ingesta de químicos involuntariamente. Según la (Fundación Mapfre, 2015), esto sucede en la absorción por vía digestiva: *“En el estómago y el intestino delgado existen portadores especializados para absorción de iones metálicos: el talio, el cobalto y el manganeso utilizan el sistema del hierro, mientras que el plomo parece que utiliza el sistema del calcio”*

La falta de orden y limpieza en las zonas de servicio técnico, contribuye a que se generen riesgos a la salud respiratoria del trabajador, ya que en el lugar se producen gases y partículas que ingresan al organismo. Por ende la limpieza tiene el propósito de clave de mantener todo de manera óptima, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo lo encuentre listo para su uso.

Según el (Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 1998) NTP°481 Orden y Limpieza en los lugares de trabajo explica que:

“La limpieza no debe considerarse como una tarea ocasional que tradicionalmente se ejecuta en “verano” o “a final de año” o cuando se programa o se produce un “paro de proceso”. En determinadas fechas o situaciones de proceso pueden considerarse y habilitarse como idóneas para la ejecución de tareas especiales de limpieza o para aprovechar y realizar una “limpieza a fondo”; pero la limpieza no debe realizarse solo en esas ocasiones sino que debe estar profundamente enraizada en los hábitos diarios de trabajo e integrarse en las tareas diarias de mantenimiento, combinando los puntos de chequeo de limpieza y mantenimiento”.

Por todas las causales antes mencionadas, la práctica de prevención de riesgos laborales es una disciplina que permite identificar, medir y controlar los peligros asociados a la actividad productiva, así como la probabilidad de ocurrencia. Además permite fomentar actividades y medidas necesarias para que la ocurrencia de accidentes y enfermedades sea nula.

2.2. Fundamentación Filosófica

Para realizar el presente trabajo de investigación se utiliza el principio filosófico del paradigma crítico – propositivo; crítico se refiere a cuestionar el ambiente laboral de los colaboradores de Teojama Comercial S.A., para determinar las posibles causas de las afecciones respiratorias y plantear alternativas de solución basadas en un marco científico con la participación activa de todos los involucrados en el proceso de limpieza de filtros de aire.

2.3. Fundamentación Legal

El presente trabajo investigativo se basa en la constitución política de la República del Ecuador, de conformidad al conjunto de normativas nacionales e internacionales, en el siguiente orden jerárquico:

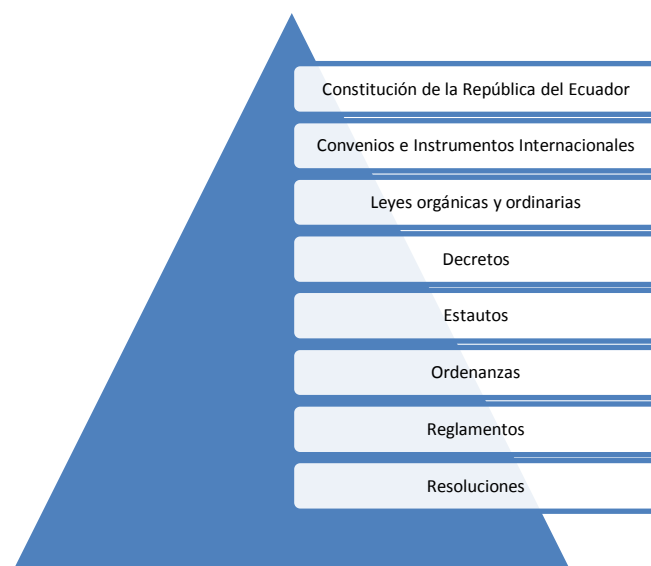


Gráfico N° 4. Pirámide de Kelsen
Fuente: (Creus & Mangosio, 2011)

A continuación se detalla la fundamentación legal para el presente trabajo:

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (Artículo 32).

El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado. (Artículo 33).

El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley. (Artículo 326, Núm. 5 y 6).

2.3.2. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2004)

El empleador deberá tener en cuenta, en las evaluaciones del plan integral de prevención de riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias. (Artículo 26).

2.3.3. Resolución 957. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo (2005)

El Servicio de Salud en el Trabajo deberá cumplir con las siguientes funciones: Observar los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidos los comedores, alojamientos y las instalaciones sanitarias, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador. (Artículo 5, literal c).

2.3.4. Decreto Ejecutivo Ecuatoriano 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986)

Obligaciones de los empleadores.- Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad. (Artículo 11, Núm. 2).

Cuando las concentraciones de uno o varios contaminantes en la atmósfera laboral superen los límites establecidos por el Comité Interinstitucional, se aplicarán los métodos generales de control que se especifican, actuando preferentemente sobre la fuente de emisión. Si ello no fuere posible o eficaz se modificarán las condiciones ambientales; y cuando los anteriores métodos no sean viables se procederá a la protección personal del trabajador.

Ventilación localizada. - Cuando no pueda evitarse el desprendimiento de sustancias contaminantes, se impedirá que se difunda en la atmósfera del puesto de trabajo, implantando un sistema adecuado de ventilación localizada, lo más cerca posible de la fuente de emisión del contaminante.

Ventilación General.- En aquellos locales de trabajo, donde las concentraciones ambientales de los contaminantes desprendidos por los procesos industriales se hallen por encima de los límites establecidos en el artículo anterior, y donde no sea viable modificar el proceso industrial o la implantación de un sistema de ventilación localizada, se instalará un sistema de ventilación general,

natural o forzada, con el fin de lograr que las concentraciones de los contaminantes disminuyan hasta valores inferiores a los permitidos” (Artículo 65, Núm. 1, 4, 5).

2.3.5. Código del Trabajo de Ecuador (2018)

Preceptos para la prevención de riesgos.- El Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo y los inspectores del trabajo exigirán a los propietarios de talleres o fábricas y de los demás medios de trabajo, el cumplimiento de las órdenes de las autoridades, y especialmente de los siguientes preceptos: Los locales de trabajo, que tendrán iluminación y ventilación suficientes, se conservarán en estado de constante limpieza y al abrigo de toda emanación infecciosa; Se ejercerá control técnico de las condiciones de humedad y atmosféricas de las salas de trabajo. (Artículo 412, Núm. 1 y 2).

2.4. Categorías Fundamentales

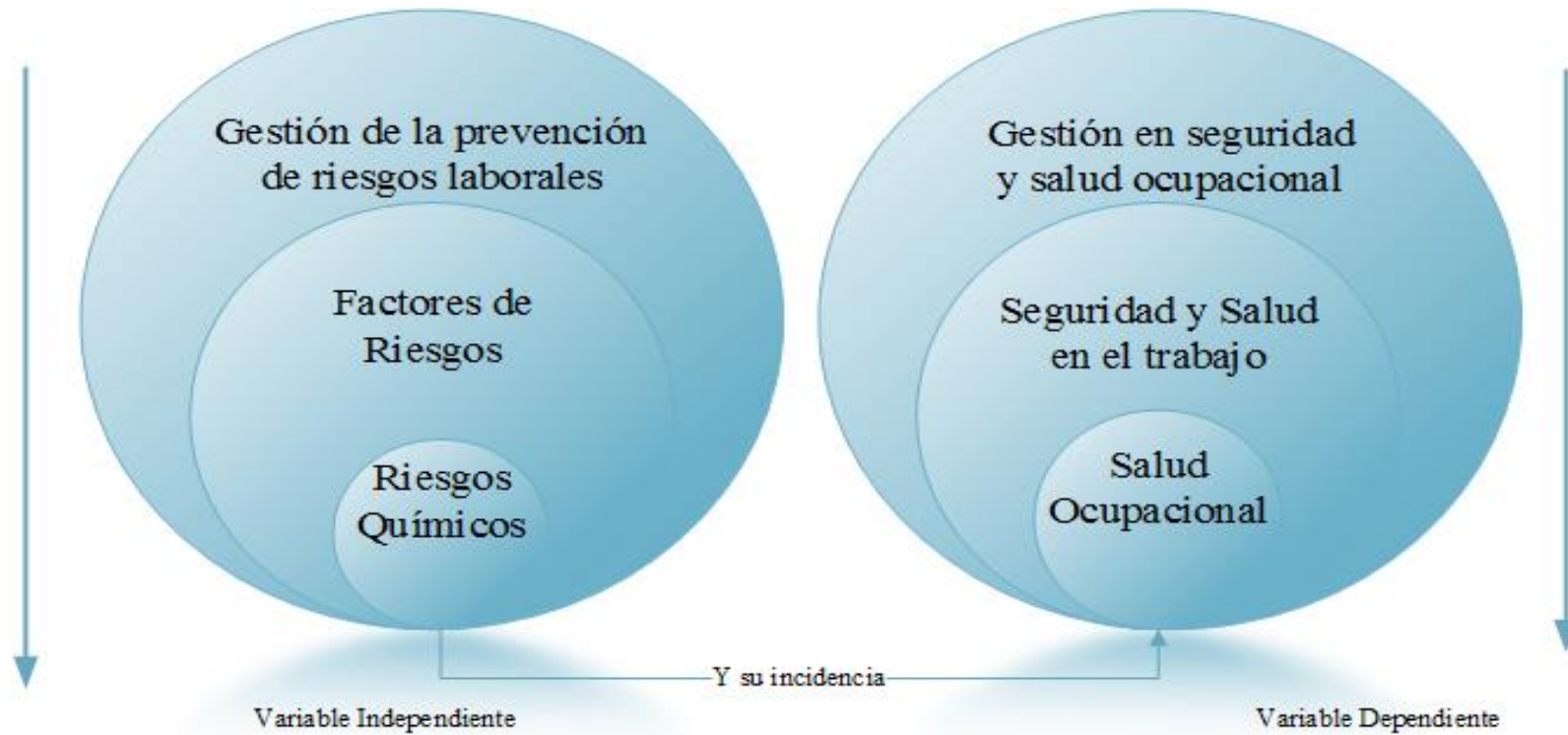


Gráfico N° 5. Categorías Fundamentales
Elaborado por: Investigadora

2.5. Red de Inclusiones Conceptuales

2.5.1. Constelación de ideas de la variable independiente



Gráfico N° 6. Subcategorías de la variable independiente

Elaborado por: Investigadora

2.5.2. Constelación de ideas de la variable dependiente

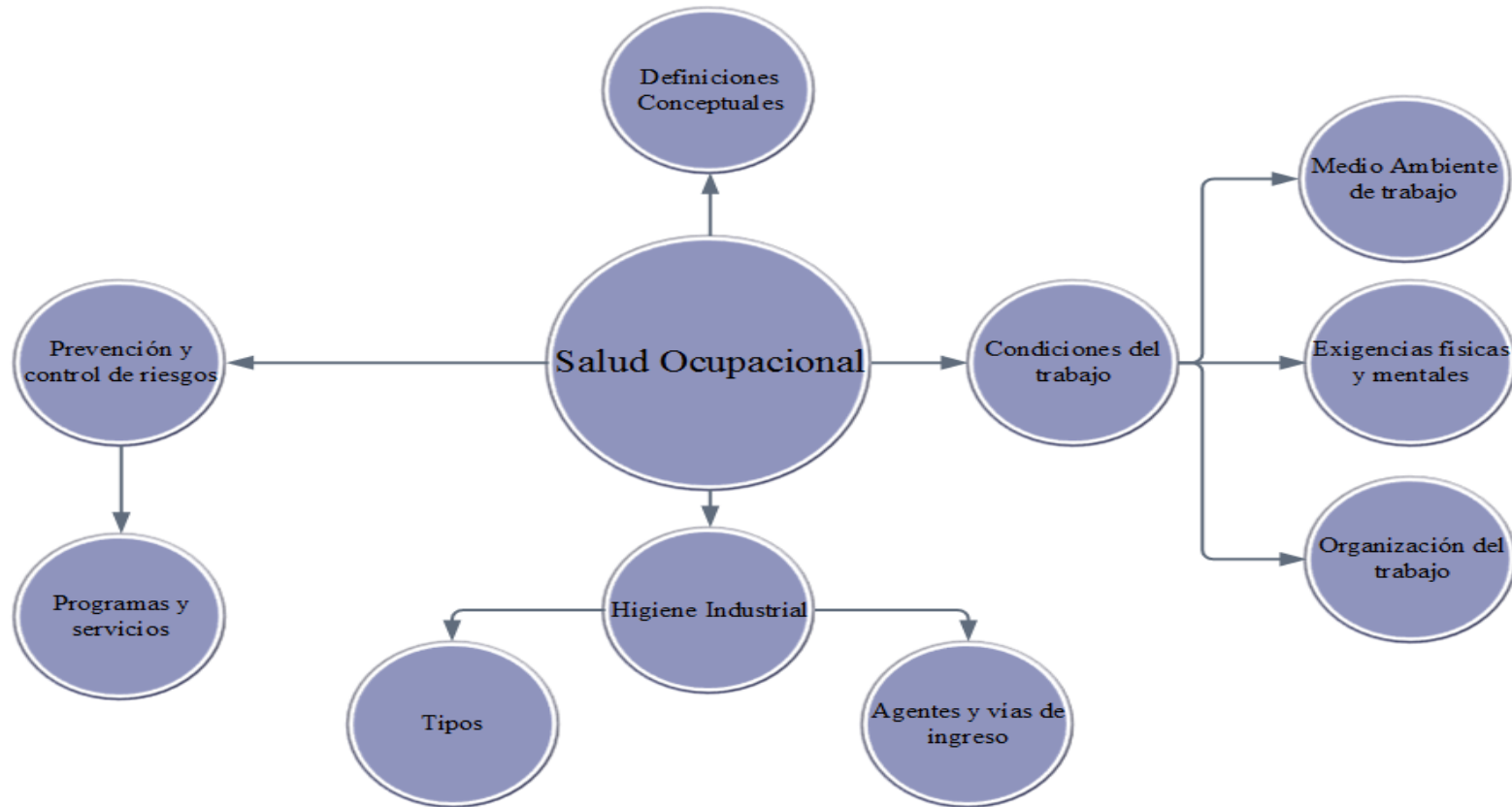


Gráfico N° 7. Subcategorías de la variable dependiente
Elaborado por: Investigadora

2.6. Marco Conceptual de la Variable Independiente

2.6.1. Gestión de la prevención de riesgos laborales

La prevención de riesgos laborales (PRL), son medidas adoptadas para disminuir cualquier circunstancia que de apertura a agentes causales de accidentes y afecciones a la salud de los trabajadores expuestos. Por lo tanto la PRL, es la identificación, evaluación de riesgos y sus acciones preventivas o correctivas según corresponda.

2.6.2. Identificación de peligros

Lo primero es identificar y evaluar los riesgos; para ello se elabora un diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo, dirigido a la identificación de los peligros y los riesgos. El proceso debe incluir la formación de todos los trabajadores para que estén en capacidad de reconocer los peligros, identificar los riesgos y reportarlos inmediatamente.

Las herramientas disponibles para los trabajadores, en este proceso de identificación de peligros, se pueden considerar en una de estas dos categorías:

La identificación proactiva: prevé los peligros y los riesgos asociados. Para ello, puede valerse de las siguientes herramientas: Análisis de puestos de trabajo, análisis de tareas, análisis de riesgos por oficios, inspección de seguridad, observación de comportamientos, reporte de actos y condiciones inseguras

La identificación reactiva: investiga las causas de eventos indeseados; hace parte de este tipo de identificación: Investigación y análisis de accidentes e incidentes, con el fin de identificar sus causas básicas y realizar actividades correctivas posteriores a la ocurrencia del evento.

2.6.3. Factores de riesgos

Los ambientes de trabajo peligrosos pueden originar problemas de salud en los colaboradores de la empresa. Por otra parte, existen determinadas condiciones en el medio ambiente de trabajo que se traducen en agentes dañinos o de riesgo provocando una serie de consecuencias tanto para el propio individuo como para la empresa.

Según la Organización Mundial de la Salud (2018),

“Un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. Entre los factores de riesgo más importantes cabe citar la insuficiencia ponderal, las prácticas sexuales de riesgo, la hipertensión, el consumo de tabaco y alcohol, el agua insalubre, las deficiencias del saneamiento y la falta de higiene”.

Para reconocer dichos riesgos es necesario, identificarlo, valorarlo y posteriormente establecer medidas de prevención o correctivas, según (Robledo, 2010) menciona que:

“Los factores de riesgo y condiciones de los medios ambientales de trabajo que afectan al personal no sólo en su salud integral, física y mental y en su bienestar, sino también en su productividad, son tantos que sería imposible considerarlos separadamente, por lo que para su estudio se han establecido diferentes clasificaciones”

Se presenta la siguiente clasificación:

- **Factor de Riesgo Físico:** Son diferentes formas de energía presentes en el ambiente de trabajo, según la exposición, intensidad y concentración pueden ocasionar lesiones.
- **Factores de Riesgo Biológico:** Son todos aquellos seres vivos de origen animal o vegetal que producen efectos negativos en la salud como: procesos tóxicos, infecciosos y alérgicos.
- **Factor de Riesgo Mecánico:** Son de factores físicos que dan lugar a una lesión por una acción mecánica.
- **Factor de Riesgo Psicosocial:** Son aspectos intrínsecos y organizativos del trabajo que tienen la capacidad de alterar el comportamiento psicológico de la persona o afectar con daños físicos o psicosomáticos.
- **Factores de Riesgo Ergonómico:** Son aquellos aspectos de la organización y del diseño del trabajo produciendo alteraciones musculo esqueléticas en el individuo. Finalmente, se puede apreciar a continuación, la definición y estudio de los factores de riesgo químico.

2.6.4. Riesgos químicos

Según (Arellano Díaz & Rodríguez Cabrera, 2013):

“Los contaminantes químicos son sustancias orgánicas e inorgánicas que, durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento, uso y desecho, pueden ingresar al organismo en forma de líquido, sólido, aerosol, gas o vapor, y produce efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes, cancerígenos, mutágenos, teratogénicos, narcóticos, alérgicos o sistémicos, que pueden alterar la salud de las personas expuestas”.

Según el Reglamento de Seguridad y Salud Para la Construcción y Obras Públicas”, establece que los agentes químicos son:

“Originados por la presencia de polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales”.

Los factores de riesgos químicos, se consideran como toda sustancia orgánica e inorgánica de origen natural o sintético, presente en diferentes estados de la materia, durante la fase productiva de una industria. Este factor de riesgo puede provocar accidentes laborales en el corto plazo y enfermedades laborales en el mediano y largo plazo.

2.6.4.1. Conceptos básicos

El R.D. 374/2001, que tiene por objeto establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de agentes químicos en el lugar de trabajo, define:

“Exposición a un agente químico: presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica.

***Peligro:** la capacidad intrínseca de un agente químico para causar daño.*

***Riesgo:** la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.*

***Agente químico peligroso:** agente químico que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades*

fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo.

Actividad con agentes químicos: *todo trabajo en el que se utilicen agentes químicos, o esté previsto utilizarlos, en cualquier proceso, incluidos la producción, la manipulación, el almacenamiento, el transporte o la evacuación y el tratamiento, o en que se produzcan como resultado de dicho trabajo.*

Productos intermedios: *las sustancias formadas durante las reacciones químicas y que se transforman y desaparecen antes del final de la reacción o del proceso.*

Subproductos: *las sustancias que se forman durante las reacciones químicas y que permanecen al final de la reacción o del proceso.*

Vigilancia de la salud: *el examen de cada trabajador para determinar su estado de salud, en relación con la exposición a agentes químicos específicos en el trabajo”.*

2.6.4.2. Formas de presentación

Por la forma de presentación o por los efectos que provocan en el organismo humano según (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2016), se clasifican en:

“En condiciones normales (1 atmósfera de presión, 25°C de temperatura), se presentan como:

Líquidos: *son sustancias que tienen que fluir y adaptarse a la forma de los recipientes que la contienen y cuya superficie libre se mantiene horizontal.*

Sólidos: *los sólidos se caracterizan por ser sustancias con forma definida, donde las fuerzas de atracción intermolecular son superiores a la repulsión, presentando una estructura molecular cristalina.*

Aerosoles: *se considera como aerosol a una dispersión de partículas sólidas y líquidas, cuyo tamaño es inferior a 100 micras en un medio gaseoso. Los aerosoles se presentan como: sólidos (polvo, fibra, humo) o líquidos (niebla). Por el tamaño de la partícula se clasifican en:*

- *El polvo es una suspensión de partículas sólidas en el aire, con un tamaño entre 0,1 y 60 micras.*
- *Las fibras son partículas cuya longitud es tres veces mayor que el diámetro.*

- *El humo está conformado por partículas sólidas suspendidas en el aire. Dichas partículas son originadas en procesos de combustión incompleta y su tamaño es inferior a 0,1 micras.*
- *Los humos metálicos corresponden a partículas sólidas suspendidas en el aire, con un tamaño inferior a 0,1 micras.*
- *Las nieblas corresponden a gotas de líquido en suspensión en el aire. Su tamaño oscila entre 0,01 a 10 micras. Algunas apreciables a simple vista.*

Gases: *son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y pueden cambiar de estado físico, mediante una combinación de presión y temperatura. Los átomos o moléculas del gas se encuentran virtualmente libres, dado que la cohesión es mínima.*

Vapores: *corresponde a la fase gaseosa de una sustancia sólida o líquida. El tamaño de las partículas es molecular”.*

A continuación se muestra en la Tabla No. 1, el tamaño de partícula de distintos contaminantes:

Tabla N° 1. Tamaño de partícula de distintos contaminantes

PARTÍCULAS	TAMAÑO INFERIOR (µs)	TAMAÑO SUPERIOR (µs)
Aerosoles	0,005	50
Niebla	1	500
Polvo y humo metálico	0,001	100
Polvo y humo metálico fund.	0,1	100
Polvo de fundición	1	1.000
Niebla de ácido sulfúrico	0,5	20
Gases	0,0005	0,008
Negro de humo	0,001	0,4
Humo de aceite	0,03	1
Cenizas	1	800

Elaborado por: Investigadora

Fuente: (Fundación Mapfre, 2015)

2.6.4.3. Vías de ingreso

Las sustancias químicas tienen su ingreso al organismo por cuatro vías presentadas a continuación:

- Vía dérmica: La piel es una capa superficial que protege al cuerpo, está compuesta por una emulsión de lípidos y agua, la toxicidad del químico dependerá netamente de la solubilidad que presente en el mismo.
- Sistema digestivo: El ingreso de contaminantes por este medio no es de gran importancia para un análisis o estudio, salvo los casos de accidental ingestión. Los contaminantes por este medio ingresan y se disuelven en las mucosas del tracto respiratorio.
- Vía parenteral: se genera el ingreso al organismo por inocuidad cuando la piel presenta heridas y no han tenido un debido tratamiento.
- Sistema respiratorio: Al estar el contaminante suspendido en el aire y a su vez el aire es importante y necesario para el funcionamiento normal del organismo, por esta razón, se convierte en la vía más fácil para ingresar y posibilitar el contacto del tóxico en áreas vascularizadas o incluso con los alveolos, es decir, un intercambio gaseoso entre la sangre y el aire.

De acuerdo a lo indicado por la (Fundación Mapfre, 2015):

“En Higiene Industrial la vía respiratoria constituye la principal vía de penetración de contaminantes químicos en el organismo. Normalmente, para la materia particulada más gruesa que podemos encontrar en el medio de trabajo, la proporción de la misma que se deposita en los alveolos aumenta a medida que disminuye el diámetro de la partícula, hasta alcanzar un valor máximo del orden del 20% para partículas de 3 micras. Este porcentaje va disminuyendo progresivamente”.

2.6.4.4.Efectos sobre el organismo humano

De acuerdo a (Fundación Mapfre, 2015):

“El efecto que los contaminantes químicos producen sobre el organismo va a ser en función, no sólo de la naturaleza de estos, sino que intervendrán otros factores, tales como su concentración en el ambiente de trabajo, así como el tiempo de exposición al mismo. Por otro lado, debe tenerse en consideración otro parámetro que no va a depender del propio contaminante, que es la susceptibilidad o sensibilidad del individuo”.

Los efectos de los contaminantes químicos sobre el organismo son variados, como ya se había mencionado anteriormente, depende del grado de exposición, grado de agresión del químico, vulnerabilidad del individuo y la vía de ingreso.

2.6.4.5. Clasificación

De acuerdo a los efectos del contaminante se clasifican en:

Irritantes

Este tipo de sustancias al ingresar al organismo irrita a los tejidos en las áreas donde tuvo el contacto, principalmente en los ojos, la piel y mucosas del sistema respiratorio. Las sustancias irritantes pueden dividirse en:

- **Irritantes del tracto respiratorio superior.-** son sustancias solubles y corrosivas en medios acuosos. Ácidos y bases.
- **Irritantes del tracto respiratorio superior y tejido pulmonar.-** la solubilidad de estas sustancias en fluidos acuosos de las mucosas es moderada por lo que actúan en el sistema respiratorio.
- **Irritantes de tejido pulmonar.-** son sustancias insolubles en fluidos acuosos.

Corrosivos

Son los que generan quemaduras o corrosión en las zonas donde tuvo el contacto. Por su carácter ácido o cáustico producen un ataque químico sobre el tejido vivo. De acuerdo a sus características químicas se clasifican en:

- **Muy corrosivos.-** producen una necrosis perceptible del tejido cutáneo en un periodo menor a tres minutos.
- **Corrosivos.-** producen una necrosis perceptible del tejido cutáneo en un periodo comprendido entre tres minutos, como mínimo y sesenta como máximo.
- **Corrosivos en menor nivel.-** producen una necrosis perceptible del tejido cutáneo en un periodo comprendido entre sesenta minutos y cuatro horas.

Alérgicos

Tiene su acción cuando el individuo tiene una predisposición fisiológica o ya ha sido sensibilizado.

Neumoconióticos

Son sustancias sólidas, que se depositan en los pulmones causando efectos específicos, de acuerdo con el producto. Según (Fundación Mapfre, 2015) indica que los neumoconióticos son: *“Sustancias sólidas, que se depositan en los pulmones y se acumulan, produciendo una neumopatía y degeneración fibrótica del tejido pulmonar denominada neumoconiosis”*. En la Tabla No. 2, se muestran las principales fuentes de exposición a la neumoconiosis.

Tabla N° 2. Principales fuentes de exposición

Riesgos	Fuentes
Silicosis	Minas, túneles galerías, canteras y cementos Trabajos en piedra (granito, pizarra, etc.) Abrasivos (chorro de arena, pulido, etc.), Fundición (moldes) Cerámica, porcelana, loza, carborundo y refractarios (trituration, pulido). Polvos de limpieza, pigmentos, industria del vidrio
Neumoconiosis por silicatos	Exposición al asbesto (asbestosis) y exposición a talco (talcosis) Exposición a caolín (caolinosis): minería, industria de papel y porcelana, material de soporte, pinturas, insecticidas, plásticos, refractarios, vidrio, cosmética, etc. Otros silicatos: arcillas, mica, oliviana, zeolita, sepiolita, bentonita, etc.
Neumoconiosis del carbón	Minería del carbón e industria del grafito
Otras neumoconiosis	Trabajos relacionados con el aluminio, berilio y metales duros (extracción y procesado). Trabajos con martillos neumáticos y otros medios que generen nubes de polvo.

Elaborado por: Investigadora

Fuente: (Fundación Mapfre, 2015)

Sistémicos

Son sustancias químicas que ocasionan alteraciones en diferentes órganos y sistemas, independientemente de la vía de entrada al organismo, principalmente en el sistema nervioso.

Anestésicos y narcóticos

Incide directamente sobre el sistema nervioso central, impidiendo que éste cumpla su función normal. Ejercen su acción principal causando una simple

anestesia, a menos que la dosis suministrada sea masiva. Otros efectos son: disminución de la conciencia, pérdida de reflejos, falta de coordinación y vértigo.

Cancerígenos, mutagénicos, teratogénicos

Son sustancias químicas que producen cáncer, modificaciones hereditarias y malformaciones en la descendencia respectivamente, debido a la inducción de cambios de los cromosomas celulares.

La palabra cáncer se utiliza para denominar un grupo de enfermedades que tienen en común la producción de células malignas en exceso con un comportamiento típico y descontrolado. Según la American Conference og Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), los cancerígenos se clasifican en:

“A1. Carcinógenos confirmados en el humano. El agente es carcinogénico en los humanos de acuerdo con el peso de la evidencia de los estudios epidemiológicos, o en la evidencia clínica convincente, en los humanos expuestos.

A2. Carcinógenos con sospecha de serlo en el humano. El agente es carcinogénico en los animales de experimentación a niveles de dosis, ruta(s) de administración, puntos de tipo histológico o por mecanismos que se consideran importantes en la exposición de los trabajadores. Los estudios epidemiológicos disponibles son conflictivos o insuficientes para confirmar un aumento del riesgo en los humanos expuestos.

A3. Carcinógenos en los animales. El agente es carcinogénico en los animales de experimentación a dosis relativamente elevadas, ruta(s) de administración, puntos de tipo histológico o por mecanismos que no se consideran importantes en la exposición de los trabajadores. Los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un incremento del riesgo del cáncer en los humanos expuestos. La evidencia existente sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en los humanos excepto por rutas o niveles de exposición no frecuentes o poco probables.

A4. No clasificados como carcinógenos en humanos. No hay datos adecuados para clasificar el agente en relación con su carcinogenicidad en los humanos y/o animales.

A5. No sospechoso como carcinógeno en humanos. El agente no es sospechoso de ser carcinogénico en humanos basándose en los estudios epidemiológicos realizados adecuadamente en éstos”.

Asfixiantes

Son sustancias químicas capaces de impedir la llegada de oxígeno a los pulmones, pueden ser simples o químicos.

Efectos combinados

Repercuten su efecto en uno solo o desencadenan en una acción de varios. Existen tres tipos de efectos: efecto simple, cuando contaminan a otros órganos; efecto aditivo, diferentes contaminantes actúan sobre un mismo órgano o sistema; efecto sinérgico, cuando una o varias sustancias multiplican la acción nociva de otras.

Sensibilizantes

Son los químicos que producen una reacción de hipersensibilidad de forma que una exposición posterior puede causar efectos negativos en la salud. La sensibilización se produce mediante un mecanismo inmunológico, pudiendo ser reacciones alérgicas muy graves. La sensibilización también puede ser cruzada, es decir, que si otro químico presenta la misma estructura o componentes similares puede causar alergia.

2.6.4.6. Enfermedades respiratorias

Según la resolución No. C.D. 513, establece las siguientes enfermedades respiratorias:

Tabla N° 3. Enfermedades del sistema respiratorio

Enfermedades Respiratorias
Neumoconiosis (silicosis, antracosilicosis, asbestosis)
Silicotuberculosis
Neumoconiosis causadas por polvo mineral no fibrogénico
Siderosis
Enfermedades broncopulmonares causadas por polvo de metales duros
Enfermedades broncopulmonares (bisinosis)
Asma causada por agentes sensibilizantes o irritantes
Alveolitis alérgica extrínseca causada por inhalación
Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas
Enfermedades pulmonares
Trastornos de las vías superiores respiratorias causadas por agentes irritantes o sensibilizantes
Otras enfermedades respiratorias con sustento científico relacionadas al trabajo.

Fuente: Resolución No. C.D. 513

Adaptado por: Investigadora

Las patologías respiratorias constituyen la cuarta causa de ausentismo a nivel mundial, por ello es importante mencionar a las enfermedades respiratorias laborales, más relevantes.

Asma Ocupacional

Es una patología laboral muy común, se inicia por mecanismos inmunológicos por sensibilización a sustancias presentes en el trabajo. Aparece después del agente alergénico se presenta el cuadro clínico incluso después del contacto con pequeñas proporciones. Se determina como una forma de asma ocupacional el Síndrome de Disfunción Reactiva de Vías Aéreas (RADS). Los Agentes etiológicos causantes del RADS aumentan con la descripción de nuevos agentes. Los más comunes son el dióxido de azufre, cloro, amoníaco, diversos ácidos y humos.

Alveolitis alérgica extrínseca

Es resultado de un proceso alérgico respiratorio causada por una amplia gama de antígenos que llegan al pulmón por vía inhalatoria, transportados por polvos orgánicos e inorgánicos de cualquier fuente, especialmente de tipo ocupacional. Las patologías respiratorias se dan origen por las proteínas animales y vegetales como por ejemplo el pulmón del granjero y el pulmón del cuidador de aves.

Rinitis

La Rinitis son síntomas producidos por irritación o inflamación nasal, destacando la secreción y congestión nasal, existen dos tipos de acuerdo a los mecanismos inmunitarios.

La rinitis alérgica: se produce cuando el sistema inmunológico responde de forma sucesiva a sustancias como: polen, polvo, ácaros, pelo de animal, etc.

La rinitis no alérgica: este tipo de rinitis no es consecuencia de una alergia, es provocado por: el humo de tabaco, olores fuertes, el frío o el uso excesivo de descongestionantes.

Síndrome tóxico por polvo orgánico

Es una enfermedad aguda febril no alérgica, caracterizada por fiebres, temblores, tos seca, opresión torácica, disnea, dolores de cabeza, dolores musculares, articulares, fatiga, náuseas y malestar general. Los síntomas hacen pensar que es gripe común, pero en realidad engloba incluso, a otras enfermedades respiratorias como: síndrome de silos, la bisnosis, síndrome de los poceros y otras fiebres inhalatorias.

2.6.4.7. Otros efectos en el organismo

Según estudios realizados por Witschger et Fabries (2005), sobre la tasa de depósitos en las regiones pulmonares, pone en manifiesto que ninguna partícula de entre 1nm de diámetro aerodinámico hasta 0,001 micrómetros alcanza los alveolos. Es decir que el 80% de este particulado se deposita en la faringe y la nuez, y el 20% restante se aloja en la región de la tráquea y los bronquios. En el Gráfico N° 8, se explican de manera ordenada los efectos potenciales de las partículas ultra finas.

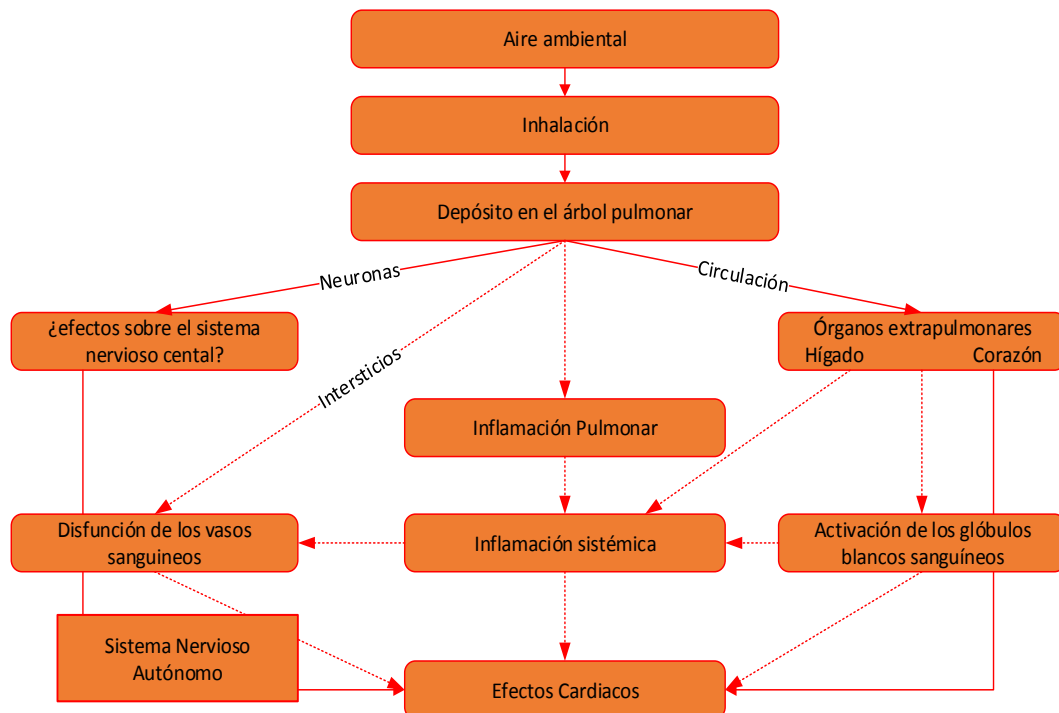


Gráfico N° 8. Transición de partículas ultra finas
Fuente: (Fundación Mapfre, 2015)

2.6.5. Identificación de los agentes químicos

Los Factores de riesgo, según el esquema del Gráfico N° 9 recopila aquellos factores que influyen tanto en los riesgos de seguridad, es decir, incendios/explosiones, asfixia y reacciones químicas peligrosas, y cuya materialización daría lugar a un accidente, como los riesgos relacionados con la salud que pueden provocar intoxicaciones, enfermedades, etc.

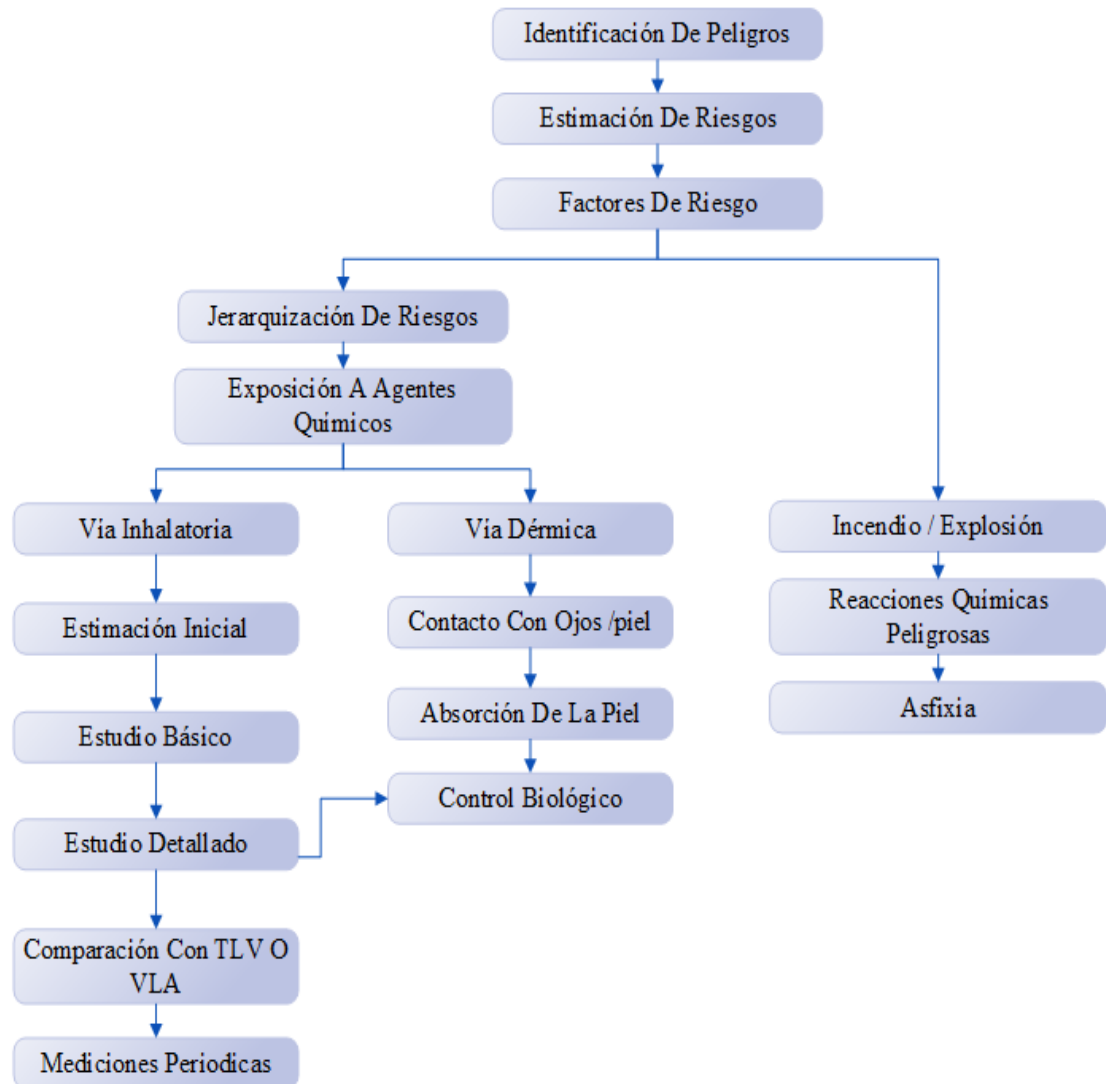


Gráfico N° 9. Evaluación de la exposición a agentes químicos
Fuente: (Aguilar Franco, y otros, 2010)

De este modo se dispone a investigar las medidas iniciales de control que se están tomando en consideración y las condiciones de trabajo que se pueden realizar durante la evaluación de los riesgos.

2.6.5.1. Evaluación de los agentes químicos

La evaluación de riesgos es el proceso de estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se han podido evitar y necesitan tomarse medidas de prevención. Al proceso conjunto de evaluación y control de riesgos se le denomina la gestión del riesgo.

2.6.5.2. Tipos de exposición

Exposición Diaria (ED)

Es una medida calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real referida a una jornada estándar de ocho horas. Este valor de (ED) es el que debe compararse con el valor límite establecido por el (VLA-ED).

Exposición Corta (EC)

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración de trabajador, medida calculada para cualquier periodo de quince minutos en la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un periodo de referencia inferior, en la lista de valores límites.

Exposición Semanal (ES)

Este tipo de valoración se realiza bajo las siguientes circunstancias:

- Que se trate de un agente químico que los efectos adversos para la salud tengan lugar tras exposiciones repetidas a lo largo de meses o años.
- Que existan variaciones sistemáticas entre las ED de diferentes jornadas.

Índice de exposición (IE)

Es el valor obtenido del cociente entre la exposición a un agente químico y su correspondiente valor de referencia.

2.6.5.3. Valores de referencia

Son los valores que se deben comparar las exposiciones calculadas para los distintos puestos de trabajo. A continuación se describen los más importantes:

Valores Límites Ambientales – VLAs (INSHT)

Son los valores de concentración en el aire a los cuales pueden quedar expuestos la mayoría de los trabajadores, día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos a su salud. Se definen dos tipos de Valores Límites Ambientales:

Valor Límite Ambiental – Exposición Diaria (VLA-ED): Representa condiciones a las cuales la mayoría de trabajadores pueden estar expuestos durante 8 horas al día y 40 horas a la semana durante su vida laboral, sin sufrir efectos negativos en su salud.

Valor Límite Ambiental – Exposición de corta duración (VLA-EC): Este valor se le asigna a agentes químicos de efectos agudos y en agentes químicos con efecto crónico se le asigna los dos valores, es decir, de exposición diaria como de exposición corta.

Otros valores de referencia

Uno de los criterios más utilizados por su difusión y prestigio en el ámbito de higiene industrial son los Threshold Limit Values (TLV), publicados anualmente por la ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienist. En relación a la exposición de agentes químicos se definen tres tipos de TLV:

Threshold Limit value – Time Weighted Average (TLV-TWA)

Es la concentración media ponderada en el tiempo a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores, día tras día, durante su vida laboral sin tener efectos dañinos para su salud. La base de tiempo utilizada para la ponderación es de 8 horas diarias y una semana laboral de 40 horas. Este valor es el equivalente al VLA- ED.

Threshold Limit value – Short- term Exposure Limit (TLV-STEL)

Es la concentración media ponderada en un determinado corto periodo de tiempo, no sobrepasa la jornada de trabajo. La base de tiempo utilizada es de 15 minutos, es decir, que debe haber un periodo de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango.

Threshold Limit value – Ceiling (TLV-C)

Es la concentración que no debería ser superada en ningún momento durante la exposición a un agente químico.

La OSHA de USA, establece otra metodología para la valoración de hornadas de trabajo con horarios inusuales. Recomienda hacer la evaluación considerando las ocho peores horas de exposición de la jornada.

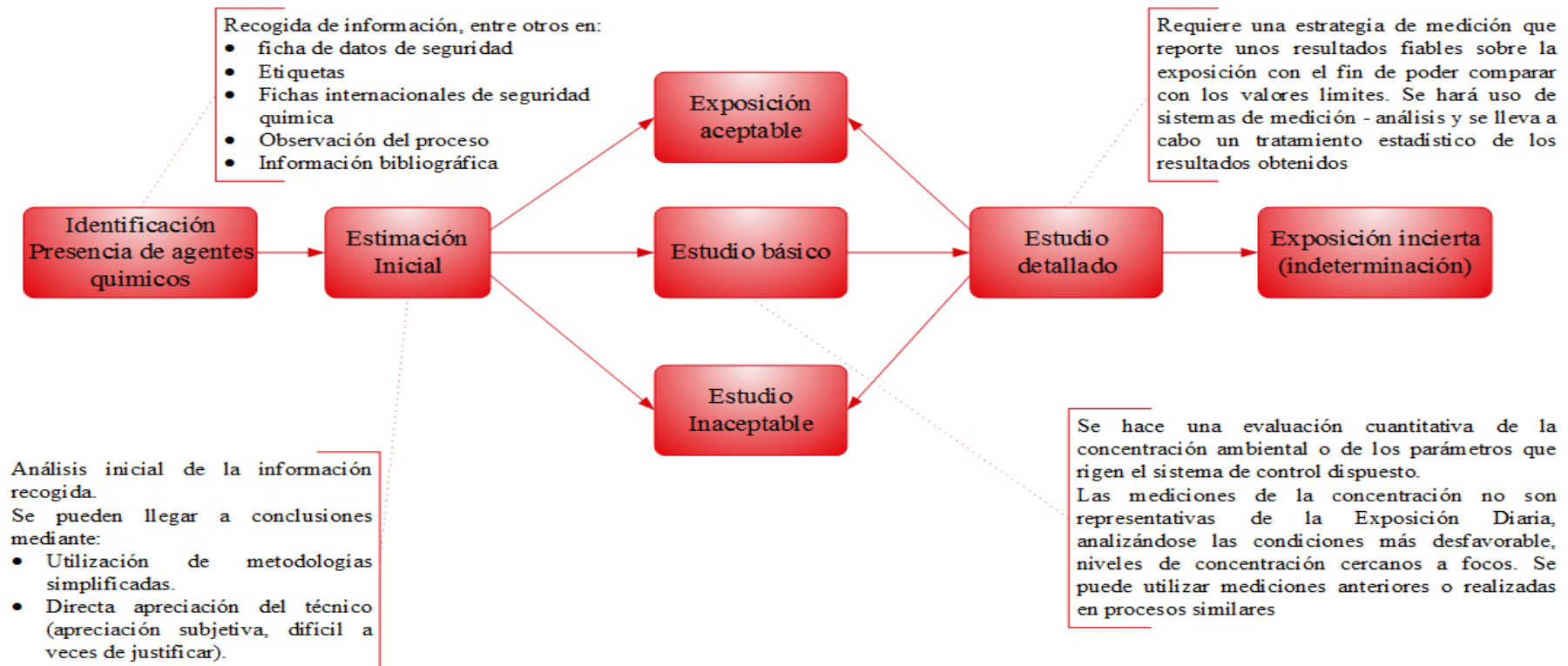
Modelo IRSST

El Instituto para la investigación en salud y seguridad ocupacional de Canadá, establece cuatro categorías de agentes químicos: Categoría I: No necesita de ajuste, Categoría II: Ajuste diario, Categoría III: Ajuste semanal y Categoría IV: Ajuste diario y semanal. Al no existir un uso generalizado para las jornadas de trabajo inusuales, se recomienda incrementar los niveles preventivos en relación a la supervisión médica a la que quede sometido el trabajador expuesto.

2.6.5.4. Criterios de evaluación

Para el presente trabajo se centra en aquellos riesgos de naturaleza higiénica de una exposición por vía inhalatoria, según el Real Decreto 374/2001, es necesario realizar la evaluación y medición cuando se trata de sensibilizantes, cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción. Por lo tanto se parte de una identificación preliminar de los agentes químicos, haciendo consulta de la bibliografía del proceso. Según la norma UNE –EN 689, se procede como se muestra en el Gráfico Nº 10, el proceso tiene tres fases: estimación inicial, estudio básico y estudio detallado.

Puede que no sea necesario pasar por todas las fases, de forma que con la estimación inicial alcancemos una conclusión o incluso se pueda pasar directamente a un análisis detallado.



En general la presencia de agentes químicos clasificados como cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción y/o sensibilizantes requerirán un estudio detallado

Gráfico N° 10. Proceso de evaluación del riesgo por inhalación de agentes químicos

Fuente: (Fundación Mapfre, 2015)

En relación al resultado de la evaluación, existen tres posibles conclusiones:

Exposición aceptable

Se entiende cuando existen grandes posibilidades de que la exposición del trabajador no rebase el valor límite de referencia.

Exposición inaceptable

Una vez realizado las evaluaciones respectivas, existen grandes posibilidades de que la exposición del trabajador rebase el valor límite de referencia, o cuando se aplique métodos de muestreo, se indique que debe tomarse medidas preventivas adicionales a las ya tomadas.

Exposición Incierta

Es una situación que no puede ser catalogada como aceptable o inaceptable.

2.6.5.5. Medición de los agentes químicos

Se puede muestrear tomando una o varias muestras que cubran toda la jornada o bien estimar la concentración a partir de mediciones que cubran sólo parte de la misma, siempre que se pueda extrapolar la concentración de ese periodo muestreado a la totalidad de la exposición. (Aguilar Franco, y otros, 2010)

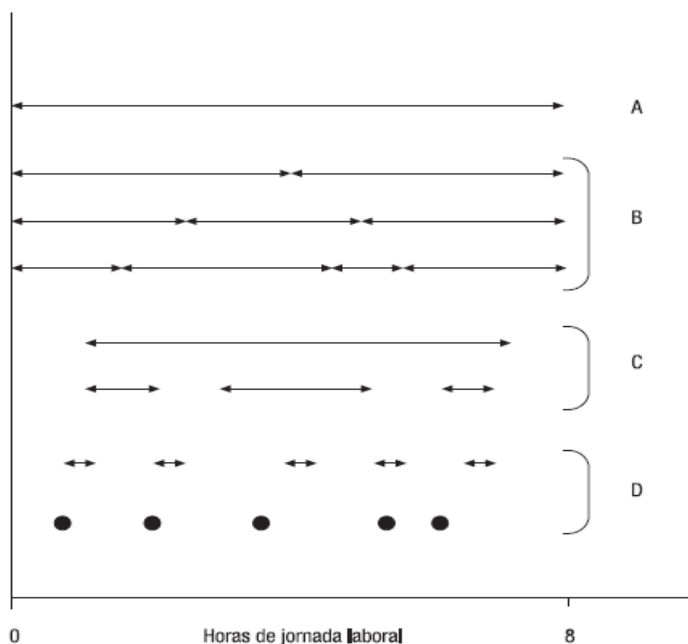


Gráfico N° 11. Tipos de Muestreo
Fuente: (Aguilar Franco, y otros, 2010)

A: de periodo completo, con una única muestra

B: de periodo completo con varias muestras consecutivas que no tienen por qué ser de la misma duración.

C: de periodo parcial, con una muestra única o muestras consecutivas. Para una jornada de 8 horas, el periodo muestreado no debería ser inferior a 4 horas.

D: En ese caso se pueden tomar muestras puntuales de igual duración y repartidas de forma aleatoria a lo largo de la jornada laboral. El número óptimo de este tipo de muestras se encuentra entre 8 y 11.

En la Tabla N° 4, se recoge un modelo de muestreo para un número de trabajadores a muestrear para que con un 90% de probabilidad se muestree a uno de los que están entre el 10% de mayor exposición.

Tabla N° 4. Número de trabajadores para muestreo

N° de trabajadores a muestrear de total	
P=10% N=0,1N	
N° total de trabajadores “N”	N° de trabajadores muestreados “n”
8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

Fuente: (Aguilar Franco, y otros, 2010)

Elaborado por: Investigadora

La duración de cada muestra viene determinada por el método de toma de muestra y análisis. De acuerdo con la Norma UNE-EN 689, en este caso bastaría con muestrear el 25% del periodo de exposición.

Tabla N° 5. Número mínimo de muestras por jornada de trabajo

Duración de la muestra	Número mínimo de muestras por jornada de trabajo
10 seg.	30
1 min.	20
5 min.	12
15 min.	4
30 min.	3
1 hora	2
≥ 2 horas	1

Fuente: (Aguilar Franco, y otros, 2010)

Elaborado por: Investigadora

En la Tabla N° 5, se basa en la presunción de que se debe muestrear al menos el 25% del periodo de exposición, siempre que no se produzcan cambios significativos en la concentración del contaminante a lo largo de dicho periodo.

Luego de tomados los valores y Cuando el muestreo es de tipo, D, es decir, se han tomado varias muestras de corta duración y de forma aleatoria a lo largo de la jornada, la exposición diaria se calcula mediante una estimación del valor más probable de la media de las mediciones efectuadas.

Se aplican las siguientes fórmulas:

Media Aritmética

La media aritmética consiste en calcular los logaritmos neperianos de las “n” concentraciones obtenidas en la medición, se calcula de la siguiente manera:

$$mL = \frac{\sum Ln C_i}{n} \quad (\text{Fórmula 2.1})$$

Desviación Estándar

Luego se calcula la desviación estándar, con los datos obtenidos aplicando la fórmula anterior:

$$sL = \sqrt{\frac{\sum (mL - Ln C_i)^2}{n - 1}} \quad (\text{Fórmula 2.2})$$

Media Geométrica

Indica la tendencia central de la distribución, se representa de la siguiente manera:

$$MG = e^{m_L} \quad (\text{Fórmula 2.3})$$

Desviación estándar geométrica

Representa la variabilidad de la distribución, se expresa con el antilogaritmo de la desviación típica de los logaritmos de las concentraciones:

$$DSG = e^{s_L} \quad (\text{Fórmula 2.4})$$

Una vez que se ha obtenido la media geométrica y la desviación estándar geométrica, se debe calcular el valor medio de la distribución real. Este valor se obtiene multiplicando la media geométrica por la función:

$$m_{estimada} = MG * \Phi \quad (\text{Fórmula 2.5})$$

Donde Φ se calcula a través de la expresión:

$$\Phi = 1 + \frac{(n-1)}{n}t + \frac{(n-1)^3}{n^2(n-1)2!}t^2 \quad (\text{Fórmula 2.6})$$

Siendo $t = \frac{(s_L)^2}{2}$ (Fórmula 2.7)

Luego de obtenidos los resultados, se procede con el cálculo de la exposición diaria, que conlleva obtener la concentración la concentración media estimada a la que queda expuesta el trabajador y referirla a una exposición de 8 horas.

$$I = \frac{ED}{VL} \quad (\text{Fórmula 2.8})$$

En función del resultado I, según (Aguilar Franco, y otros, 2010), se puede concluir con el proceso de evaluación:

- *“Si el valor de I es inferior o igual a 0,1, la exposición está por debajo del VL. Si, además, puede demostrarse que este valor es representativo a largo plazo y que también se cumple con las condiciones del valor límite de corta duración, se considera terminada la evaluación, no es necesario hacer nuevas mediciones.*

- *Si algún valor de I es superior a 1, la exposición está por encima del VL.*
- *Si el valor de I es superior a 0,1 pero igual o inferior a 1, hay que medir otros dos días”.*

2.6.5.6. Controles del riesgo por contaminantes químicos

Según el RD 374/2001, establece la siguiente jerarquía de control, en la fuente de emisión, la vía de emisión y en el trabajador.

“Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo por sustitución, el empresario garantizará la reducción al mínimo de dicho riesgo aplicando medidas de prevención y protección que sean coherentes con la evaluación de los riesgos. Dichas medidas incluirán, por orden de prioridad: La concepción y la utilización de procedimientos de trabajo, controles técnicos, equipos y materiales que permitan, aislando al agente en la medida de lo posible, evitar o reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente o cualquier contacto directo con el trabajador que pueda suponer un peligro para la salud y seguridad de éste. Medidas de ventilación u otras medidas de protección colectiva, aplicadas preferentemente en el origen del riesgo, y medidas adecuadas de organización del trabajo. Medidas de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización de equipos de protección individual, cuando las medidas anteriores sean insuficientes y la exposición o contacto con el agente no pueda evitarse por otros medios”.

2.7. Marco Conceptual de la Variable Dependiente

2.7.1. Gestión en seguridad y salud ocupacional

Para desarrollar coherentemente un sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo, se debe seguir un modelo que contenga una estructura sobre la cual se puedan desarrollar las diversas etapas, con un esquema básico, común a muchos de los sistemas de gestión, ajustándose a las necesidades de la empresa.

Es importante indicar que su adecuada aplicación debe seguirse en cumplimiento de las normas legales y técnicas de modo que la empresa pueda implementar condiciones de seguridad en el trabajo que garanticen el desarrollo de los procesos.

Un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo que busca un mejoramiento continuo no debe pasar por alto el ciclo PHVA para planear, hacer, verificar y actuar. Este proceso permite mantener la competitividad de los servicios y productos, estimula la productividad, reduce costos, mejora la calidad y encadena las acciones hacia un mejoramiento continuo.

2.7.1.1. Política de seguridad y salud en el trabajo

La política, en los sistemas de gestión, es entendida como una manifestación escrita de la voluntad y del compromiso de la gerencia para proporcionar a sus empleados un ambiente de trabajo seguro.

La política debe ser propia la organización y apropiada para la naturaleza y escala de los riesgos de seguridad y salud en el trabajo presentes en la actividad concreta de cada empresa, e incluye el compromiso en cuanto a la prevención de lesiones y enfermedades y en cuanto a la mejora continua en la gestión y desempeño de la seguridad y salud en el trabajo; ha de ser liderada por el empleador pero debe ser consultada y difundida a todas las personas relacionadas con la empresa; la política es proyectada en el tiempo y proactiva en cuanto al compromiso institucional y ha de ser actualizada y aplicada permanentemente . (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, Seguridad y Salud en el Trabajo - Gestión de Riesgos, 2016)

2.7.1.2. Estrategia gerencial

Corresponde a la gerencia asumir el liderazgo del sistema de gestión en todas sus fases, las cuales, partiendo de la política, deberán determinar los objetivos y las metas. Es competencia de la gerencia asignar los recursos materiales, económicos y humanos necesarios para el desarrollo del sistema e involucrarlos en un proceso de planeación y de mejora continua. (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, Seguridad y Salud en el Trabajo - Gestión de Riesgos, 2016).

2.7.2. Seguridad y salud en el trabajo

Según el Reglamento Orgánico Funcional del IESS: (Resolución CD. 021). De la Dirección del Seguro General de Riesgos del Trabajo: Art. 41 – Competencia,

(2003), *“La Dirección del Seguro General de Riesgos del Trabajo es responsable de administrar los programas de prevención y ejecutar acciones de reparación de los daños derivados de accidentes y enfermedades profesionales o de trabajo, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral.”*

2.7.3. Salud ocupacional

La salud ocupacional es mejorar y mantener la calidad de vida y salud de los trabajadores así como, servir de instrumento para mejorar otros ámbitos como la productividad, eficiencia y eficacia de las empresas.

Según la OIT la salud ocupacional es:

“El Conjunto de actividades multidisciplinarias encaminadas a la promoción, educación, prevención, control, recuperación y rehabilitación de los trabajadores, para protegerlos de los riesgos de su ocupación y ubicarlos en un ambiente de trabajo de acuerdo con sus condiciones fisiológicas y psicológicas”.

La salud ocupacional es de tipo preventiva y a través de sus actividades se encarga de buscar formación, desarrollo, prevención y control de los factores de riesgo, evitar los incidentes y accidentes de trabajo y la ocurrencia de enfermedades profesionales.

2.7.3.1. Enfermedad ocupacional

Según la resolución No. C.D. 513, establece que la enfermedad ocupacional son: *“Afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral”.*

2.7.3.2. Disciplinas que intervienen en la salud ocupacional

Medicina preventiva

Conjunto de actividades dirigidas a la identificación precoz de los agentes que pueden causar enfermedades o lesiones, a su control óptimo y a la rehabilitación integral del individuo afectado. (Robledo, 2010)

Medicina del trabajo

Conjunto de actividades multidisciplinarias destinadas a la promoción, prevención y control de la salud de los operarios, con el fin de ubicarlos en un puesto de trabajo de acuerdo a sus condiciones sicofisiológicas.

La promoción se hace a través de la concientización a los trabajadores y empresarios en relación con los efectos de los riesgos del trabajo sobre la salud y propendiendo por el mantenimiento y el mejoramiento de las condiciones de salud de los trabajadores.

La prevención y control se hace mediante la identificación y control de los factores de riesgo que inciden sobre la salud física, y mental, practicando exámenes médicos de admisión, periódicos de control, que permitan la identificación y la vigilancia de los trabajadores expuestos a riesgos específicos.

Ergonomía

Es el estudio científico de la relación entre el hombre y su sistema de trabajo, el cual busca que el ambiente sea compatible con la comodidad y con la salud y esté acorde con las condiciones físicas del individuo. Para lograr diseños ergonómicos, la ergonomía se ale de otras ciencias tales como:

Biomecánica

Estudio de las propiedades mecánicas del cuerpo humano. Aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), resortes (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas de las leyes de la mecánica. La biomecánica permite analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos.

Antropometría

La antropometría es la ciencia de medir el cuerpo humano y por lo general, utiliza una variedad de dispositivos tipo calibrador para determinar las dimensiones estructurales, como estatura, largo del antebrazo y otros.

Fisiología del trabajo

Estudia la respuesta del organismo humano a la actividad física y a las diferentes cargas del trabajo.

Fisiología ambiental

Estudia la integración del organismo con el ambiente de trabajo.

Psicología industrial y organizacional

Estudia las capacidades mentales, psicológicas y sensoriales del hombre para que se desempeñe adecuadamente en determinado oficio y dentro de una determinada organización de la cual forma parte.

El experto en psicología coopera con el equipo de salud ocupacional buscando estimular positivamente los factores extrínsecos e intrínsecos de las condiciones de trabajo para aumentar la satisfacción y el desarrollo del individuo y de la organización.

Toxicología industrial

Es el estudio de los agentes físicos y químicos que lesionan las células vivas y que al estar presentes en los procesos industriales y en el ambiente de trabajo pueden alterar la salud del trabajador. Se apoya de muchas otras ciencias como: física, química, y la bioquímica.

2.7.4. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo son aspectos con posibles consecuencias negativas para la salud de los trabajadores, incluyendo, aspectos ambientales y tecnológicos, las cuestiones de organización y el orden del trabajo.

Las enfermedades son parte de la condición humana o de su naturaleza, pero al relacionar al hombre con el trabajo, se expone a sustancias, materiales y máquinas peligrosas, con exigencias físicas forzadas, con condiciones ambientales perjudiciales.

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, 2018) en su portal web indica que condición de trabajo es: “cualquier característica del

mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador”.

Quedan específicamente incluidas en esta definición:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
- Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
- Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

De acuerdo a esta definición, queda claramente indicado que las condiciones de empleo influyen totalmente en la salud física, psíquica y mental de los trabajadores de acuerdo a las características que presente el trabajo como tal.

2.7.4.1. Medio ambiente de trabajo

El medio ambiente de trabajo lo componen fundamentalmente, los agentes físicos (ambiente lumínico - reflejos, deficiente iluminación, ambiente termohigrométrico temperatura, humedad, ruido, vibraciones, radiaciones), los agentes químicos (humo, polvo, vapores, disolventes, desinfectantes) y los agentes biológicos (hongos, virus, bacterias) que rodean al trabajador en su lugar de trabajo, y que pueden generar insatisfacción, falta de confort e incluso afectar la salud del trabajador.

2.7.4.2. Exigencias físicas

La fisiología del trabajo entendida como la disciplina que estudia al hombre en el trabajo (su actividad física, muscular, mental, el impacto medioambiental) y la ergonomía, como conjunto de conocimientos aplicados para que el trabajo,

productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona.

2.7.4.3. Organización del trabajo

Los factores organizativos y estructurales presentes en el trabajo más destacables por su incidencia sobre la salud, se clasifican en:

Factores relativos a la distribución del tiempo de trabajo o con la carga de trabajo: La jornada de trabajo y los ritmos de trabajo.

La manera en la que estos factores organizativos repercuten en la persona varía en función de sus características personales, es decir, en su cultura con aspiraciones profesionales, motivaciones, capacidades diferentes, actitudes, personalidad, temperamento, entorno familiar-social, estado de salud y la edad.

Por lo tanto, la actividad laboral puede resultar, satisfactoria, gratificante e interesante o puede llegar a convertirse en un acto monótono, aburrido e ingrato. En las tareas y funciones, se han de tener en cuenta un grupo de factores que si no son los adecuados, pueden llegar a convertirse en desencadenantes de trastornos para la salud de la persona. (Mansilla Izquierdo & Favieres Cuevas, 2015)

2.7.5. Higiene industrial

La AIHA (American Industrial Hygienist Association) la define como:

“La ciencia y el arte dedicada al reconocimiento, evaluación y control, de aquellos factores ambientales originados en o por el lugar de trabajo, que pueden ocasionar enfermedades, menoscabo de la salud y bienestar o importante malestar e ineficiencia entre los trabajadores o entre los ciudadanos de una comunidad”.

“Es una técnica no médica, de actuación sobre los contaminantes ambientales derivados del trabajo con el objetivo de prevenir las enfermedades profesionales de los individuos expuestos a dichos contaminantes” (Robledo, 2010)

La higiene industrial juega un papel muy importante dentro de la salud de los colaboradores de una empresa, ya que suministra a la medicina preventiva datos del ambiente donde se desarrolla la actividad laboral, con el objeto de investigar posibles efectos en la salud del individuo. Recíprocamente la medicina preventiva

puede alertar sobre posibles agentes dañinos que disminuyen la salud del colaborador.

2.7.5.1. Técnicas de actuación

Reconocimiento de las condiciones de trabajo, agentes contaminantes que pueden ser de carácter físico o químico, analizando los procesos productivos para la detección de posibles riesgos a la salud de tipo potencial.

2.7.5.2. Medición y análisis de los agentes contaminantes

Evaluación de los datos de obtenidos en la medición versus los estándares definidos, con el objetivo de definir el riesgo real que se encuentra expuesto el colaborador. Correctivos necesarios para mejorar las condiciones de trabajo donde se permita establecer límites tolerables para los colaboradores expuestos.

2.7.5.3. Tipos de agentes en higiene industrial y vías de entrada

Agente o contaminante según (Fundación Mapfre, 2015) es: *“Agente o contaminante es toda aquella sustancia, material, ser vivo o energía, presente en el ambiente de trabajo que es capaz de producir daños en la salud de las personas”*.

Los contaminantes tradicionalmente se clasifican en contaminantes químicos, físicos y biológicos.

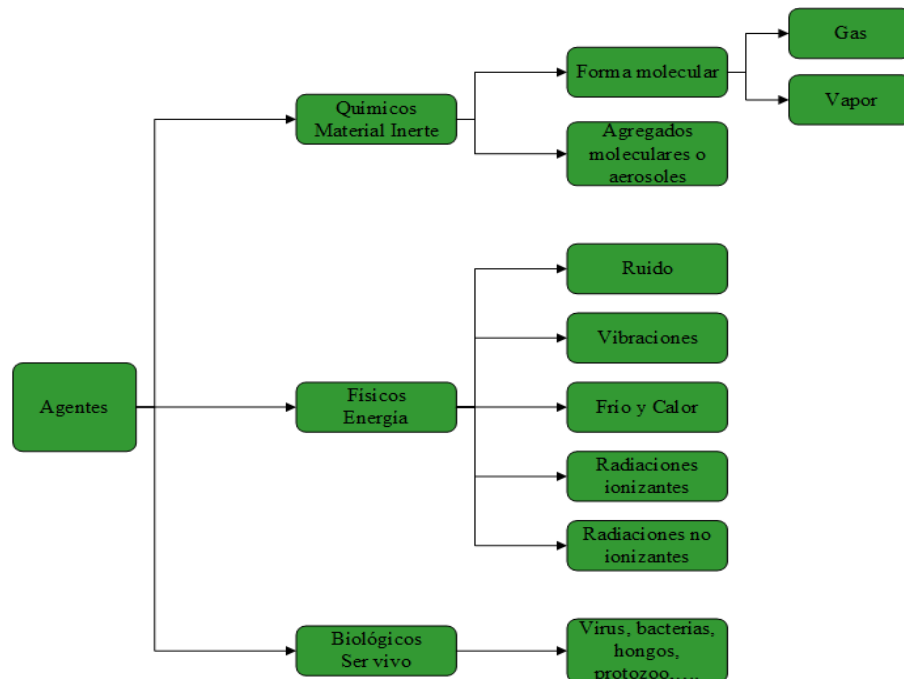


Gráfico N° 12. Clasificación de agentes en Higiene Industrial
Fuente: (Fundación Mapfre, 2015)

Agente químico

Es aquel elemento o compuesto en estado natural o producido en una actividad laboral, bien como producto a utilizar o como producto desecho, que resulta perjudicial para los trabajadores. Dicho agente se encuentra normalmente como integrante del medio ambiente natural. En el caso de que sea normal su presencia se considera contaminante cuando se encuentra en una concentración mayor a la permitida.

Agente físico

Es cualquier forma de manifestación de la energía que puede causar efectos perjudiciales en el organismo humano, después de haber tenido una exposición a la misma.

Agente biológico

Es el conjunto de microorganismos, con inclusión genéticamente modificado, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Vías de entrada en el organismo

Las principales vías de penetración de los contaminantes químicos en el organismo son, por orden de importancia, las siguientes: Vía respiratoria, Vía dérmica, Vía digestiva y Vía parenteral, explicados anteriormente.

2.7.5.4. Actuaciones en higiene industrial

El objetivo fundamental es la prevención de las enfermedades ocupacionales, mediante el control de los agentes causantes de daños en el ambiente de trabajo. Para ello, se debe aplicar los siguientes pasos:

Identificación, de los agentes contaminantes que influyen sobre la salud de los trabajadores, que implica un conocimiento profundo de los productos, métodos de trabajo, procesos e instalaciones (Fundación Mapfre, 2015).

Evaluación, de los riesgos a corto y largo plazo, mediante el análisis de las condiciones ambientales y la comparación con estándares máximos permisibles. Se

debe aplicar técnicas de muestreo o medición directa para analizar los resultados obtenidos.

Control, en este punto se busca controlar los riesgos de acuerdo con los datos obtenidos en los incisos anteriores. Las medidas correctoras vendrán dadas en forma de sustitución, medidas tomadas de ingeniería, reducción de los tiempos de exposición o equipo de protección personal.

2.7.5.5.Ramas y formas de actuación de la higiene industrial

Higiene teórica

Estudia la relación que existe entre el contaminante, el tiempo de exposición y el hombre, dónde se establecen valores estándares de referencia para los cuales la mayoría de las personas expuestas no sufran ningún tipo de alteración funcional.

En cuanto a la actuación de esta rama, actúa en dos niveles: nivel de laboratorio, lo que corresponde experimentar con seres vivos expuestos a los contaminantes se obtienen los efectos producidos y alteraciones funcionales que se experimentan. Por otra parte, se tiene el nivel de campo, que consiste en recoger la información que las técnicas de higiene y médicas suministran sobre un determinado compuesto que es manipulado en un determinado proceso productivo.

Higiene analítica

La higiene analítica es la ejecución del análisis ambiental, la cual actúa de dos formas:

Nivel de campo, que es la identificación cuali- cuantitativa del contaminante en el sitio donde se ha producido. El nivel de laboratorio en cambios es, la obtención de datos y resultados exactos que la base para la fijación de los parámetros exigidos para los análisis realizados en campo.

Higiene de campo

La higiene de campo es llegar al conocimiento profundo y real del problema que se estudia, por lo que es necesario, requiere ser tratado en el punto donde se genera.

Higiene operativa

“Es la que efectúa estudios tendientes a eliminar el riesgo higiénico detectado. Esta rama está íntimamente ligada a la higiene de campo que generalmente está incluida dentro de ella”. (Robledo, 2010)

Según (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2016), los procedimientos de higiene ocupacional así como las cuatro ramas que la componen, se enfocan a la práctica siguiente el esquema mostrado a continuación:

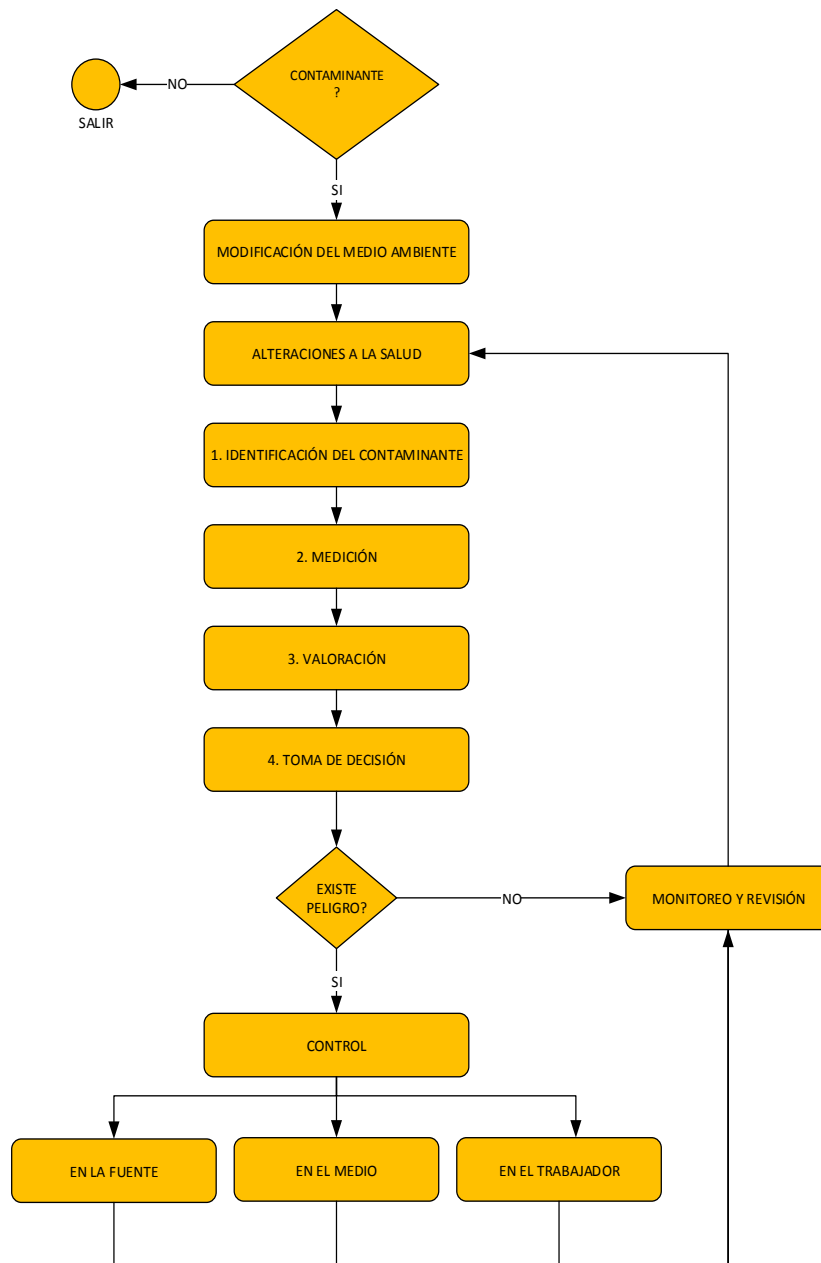


Gráfico N° 13. Gestión de la Higiene Ocupacional

Fuente: (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2016)

2.7.6. Programas y servicios de salud ocupacional

Los servicios de salud ocupacional tienen como misión prevenir enfermedades ocupacionales desarrollando programas preventivo – promocionales, cuya base son los exámenes médicos practicados a los trabajadores. La vigilancia de salud con estos exámenes es la herramienta de mayor uso en prevención y control de las enfermedades laborales. Su manejo técnico por el médico ocupacional permite reconocer daño a la salud del trabajador en las primeras etapas de una enfermedad ocupacional.

Gestionar la salud en el trabajo mediante exámenes periódicos deviene en la acción esencial de los Servicios de Salud Ocupacional. Es responsabilidad de la Empresa conformar y mantener servicios de salud laboral dirigidos por un médico especializado en medicina del trabajo e integrados por un equipo que incluya enfermería ocupacional, higiene industrial, personal técnico y especialidades afines de salud. (Ramirez, 2012)

2.7.6.1. Parámetros de acción del servicio de salud ocupacional

Para la prevención de enfermedades ocupacionales se establecen los siguientes lineamientos:

- Evaluar la capacidad física e intelectual para el puesto de trabajo a ocupar por el nuevo colaborador.
- Buscar signos y síntomas de daños en la salud del trabajador.
- Realizar exámenes de retiro en los trabajadores que dejan la empresa.
- En el caso de presentarse una enfermedad ocupacional, se la debe tratar inmediatamente, buscando tratar, rehabilitar o reparar los daños causados en la salud.
- Promocionar la salud en la empresa mediante programas de bienestar a los colaboradores de la empresa.

- Mantener programas preventivos específicos de salud, como Manejo de crónicos, de Abuso de drogas en el trabajo, entre otros.
- Coordinar con Seguridad Industrial en cuanto a aplicación de políticas y programas propios de esa área.

2.7.6.2.Exámenes médicos ocupacionales

Reconoce las probables alteraciones de la salud derivadas de exposición a riesgos laborales. El examen médico ocupacional tiene las siguientes características:

- Específico para el riesgo o para la etapa de trabajo.
- Vigilar la salud laboral y apoyarse en pruebas de control biológico.
- El resultado de los exámenes debe ser confidencial y comunicado a la empresa solo en términos de APTO o NO APTO para un puesto específico.
- Sus protocolos deben ser evaluados periódicamente mediante controles de calidad, para garantizar su idoneidad técnico-científica.

2.7.6.3.Examen pre ocupacional

Es el examen que se le hace al trabajador antes de que inicie sus labores en la empresa, debe estar acorde con el tipo de labor y con la evaluación ocupacional/ambiental del puesto de trabajo. Dicho examen no debe ser usado para rechazar a un postulante, sino conjugar las condiciones del puesto con la salud del trabajador.

2.7.6.4.Historia laboral

Para valorar el estado de salud es necesario conocer los antecedentes laborales del trabajador, realizando una buena historia ocupacional, a veces subvalorada u omitida. Su importancia estriba en que los antecedentes ocupacionales son condición binaria de causa-efecto para diagnosticar enfermedad

ocupacional. La historia ocupacional se debe iniciar preguntando cuánto tiempo el trabajador ejerce la ocupación actual, y en forma retrospectiva y cronológica frente a cada ocupación ejercida se indagará tipo de riesgo y de protección, tiempo de exposición y posible patología asociada. (Ramírez, 2012)

2.7.6.5.Exámenes de vigilancia periódica

El objetivo de los exámenes periódicos es garantizar el mantenimiento de la salud física y mental del trabajador durante el desarrollo de su vida laboral, verificando el impacto que las condiciones de trabajo hayan podido ocasionarle. Generalmente, y dependiendo del tipo e intensidad de la exposición, deben ser anuales.

2.7.6.6.Exámenes especiales

De acuerdo a su naturaleza industrial, la empresa debe implementar otros exámenes para valorar determinadas exposiciones, exámenes para retorno al puesto de trabajo luego de ausencias más o menos prolongadas por enfermedad no ocupacional, accidentes, periodos de entrenamiento o embarazo, entre otros.

2.7.6.7.Examen de retiro

Cuando el trabajador, por término de contrato o salida por otras causas, termina su labor y deja la empresa, debe tomar el denominado Examen de Retiro, que informará del estado de salud con que sale. Examen algunas veces subvalorado, sin considerar la implicancia médico legal que conlleva, pues, frente a un litigio es el único documento que tendrá valor tanto para la empresa cuanto para el trabajador. (Ramírez, 2012)

2.7.6.8.Actividades no clínicas de seguridad y salud ocupacional

- Relacionar la seguridad y salud ocupacional con las áreas afines de la empresa, Seguridad, Administración de Personal, Servicio Social y establecimientos de Salud de la localidad.
- Desarrollar procedimientos y prácticas para ejecutar programas médico-preventivos.
- Familiarizarse con las enfermedades prevalentes en el área geográfica donde se emplaza la empresa y con las que pudiesen darse en los sitios adonde el trabajador.
- Asumir el manejo de la salubridad dentro de las instalaciones de la empresa y aún en la ciudad donde esta reside, en cuyo caso debe proveer políticas para el manejo de los desechos sólidos comunes y bio contaminados y por tanto debe estar familiarizado con la norma sanitaria local y nacional.
- En coordinación con otras áreas de la empresa, debe desarrollar Procedimientos y Protocolos para Respuesta a Emergencias y Gestión de Desastres, sobre todo cuando se trate de hospital o puestos de salud grandes o cuando la empresa maneje, use o fabrique materiales potencialmente peligrosos.

2.7.6.9.Promoción de la salud y programa de detección de abuso de sustancias

Se debe desarrollar programas de promoción de bienestar y otros de salud para concienciar al trabajador sobre el valor de su salud y a la empresa del valor que tiene en su productividad una fuerza de trabajo saludable. (Ramirez, 2012)

También, es importante establecer y manejar estos programas dirigidos a los familiares del trabajador para combatir efectos adversos por malos estilos de vida, tabaquismo, dietas deficientes o sedentarismo en el grupo familiar, pues indirectamente pueden afectar al trabajador. Igual, debido a que el abuso de drogas en poblaciones cada día toma mayor fuerza es necesario su pesquisa en los grupos

laborales, por las implicancias que su consumo tiene en la ejecución de cualquier tipo de trabajo. (Ramirez, 2012)

Este examen debe ser realizado con el consentimiento del postulante o del trabajador y el médico ocupacional debe asegurarse que los análisis se realicen siguiendo puntualmente los protocolos establecidos por los laboratorios, para evitar suspicacias o implicancias legales. (Ramirez, 2012)

2.7.6.10. Evaluación de la eficacia de los programas.

Estudios epidemiológicos

Un programa médico de salud ocupacional eficaz debe tener impacto favorable en los indicadores epidemiológicos de accidentes y enfermedades ocupacionales. Los estudios epidemiológicos son medios formales para evaluar la salud de los trabajadores.

Se recomienda estudios epidemiológicos, especialmente en las siguientes situaciones:

- Cuando se descubra nuevas acciones tóxicas de una sustancia en uso.
- Cuando en los exámenes periódicos se detecte algún tipo de sintomatología que no corresponda al tipo de exposición.
- Cuando Higiene Industrial detecte variación de los valores límite umbral en el ambiente laboral.
- Cuando exista preocupación válida de parte de los trabajadores por aparición de síntomas o signos no previstos en una determinada exposición.

En conclusión, la exposición de los trabajadores a riesgos ocupacionales es el motivo de la existencia de los Servicios de Salud Ocupacional, cuya acción se plasma en la práctica de exámenes ocupacionales como el medio más efectivo para realizar su filosofía preventiva, cual es detectar la enfermedad ocupacional en su estado pre clínico, pues en esta etapa aún es posible tomar medidas preventivas para evitar su progreso, manteniendo así la salud del trabajador y por tanto su capacidad laboral. (Ramirez, 2012)

2.8. Hipótesis

Los Riesgos Químicos inciden en la Salud Ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

2.9. Señalamiento de variables de la hipótesis

2.9.1. Variable Independiente

Riesgos Químicos

2.9.2. Variable Dependiente

Salud Ocupacional

2.9.3. Término de Relación

Incidencia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

El presente proyecto de investigación se basó en un enfoque cuali-cuantitativo porque se realizó una investigación de los factores de riesgo químico y su relación con la salud laboral de los trabajadores, la información proporcionada sirvió de base para analizar mediante un sustento científico y estadístico los datos con los que se plantea soluciones al problema.

3.2. Modalidad Básica de la Investigación

3.2.1. Bibliográfica-documental

La investigación bibliográfica – documental se enfocó en información de carácter documental como: libros, ensayos de revistas o periódicos, artículos científicos, que permitieron desarrollar un diagnóstico inicial de las condiciones de salud ocupacional con respecto al sector automotriz; así como fuentes de información primarias, obtenidas en documentos estadísticos confiables (encuestas) para implementar la prevención y control de riesgos laborales.

3.2.2. De campo

Este tipo de investigación se fundamentó en datos e informaciones recopiladas durante la observación directa del investigador, en los puestos de trabajo de la empresa, es decir, se indagó toda la información relevante de la realidad de la operación, tomando en cuenta las condiciones de trabajo.

3.2.3. Investigación social o proyecto factible

A las modalidades anteriores se le adicionó la investigación social o factible, porque plantea una solución y medidas de prevención para el factor agresivo químico, que se generaba en el proceso de limpieza de filtros de aire, en la empresa Teojama Comercial S.A; también se compone de un plan definido, con un objetivo y una metodología definida que responde a las interrogantes planteadas durante la descripción de la problemática.

3.3. Nivel o tipo de investigación

3.3.1. Exploratorio

Se utilizó este tipo de investigación con el propósito de destacar aspectos fundamentales de los riesgos químicos y su incidencia en la salud ocupacional de los trabajadores de servicio técnico de Teojama Comercial S.A., de tal manera se permitió encontrar mecanismos adecuados para proponer una solución viable, con resultados simplificados que permitan comprobar la hipótesis señalada.

3.3.2. Descriptivo

Mediante este tipo de investigación, se describieron todos los aspectos relacionados a los factores de riesgo químicos en la actividad de limpieza de filtros de aire para analizar y evaluar cómo es y cómo se manifiesta en la salud de los trabajadores del área de servicio técnico.

3.3.3. Asociación de variables

Por medio de este tipo de investigación se midió el grado de relación entre la variable independiente que es las afecciones respiratorias y la variable dependiente que son las condiciones de seguridad y salud en el personal que trabaja en el área de servicio técnico y limpieza de filtros de aire.

3.4. Población y Muestra

Durante la investigación se tomó como población a todos los trabajadores del área de servicio técnico de la empresa Teojama Comercial S.A., a todo el personal que realiza la limpieza de filtros de aire.

Tabla N° 6. Población y Muestra

N	Cédula	Apellidos y Nombres	Instrucción	Edad	Género
1	1804684601	Hernández Guamán Jorge Luis	Primaria	29	Masculino
2	1803198231	Moreta Villagómez Dany Patricio	Primaria	38	Masculino
3	1804315578	Paucar Quinga Luis Ernesto	Primaria	32	Masculino
4	1803755386	Moposita Laguatasig Juan Carlos	Primaria	32	Masculino
5	1802175701	Tonato Chuqui Segundo Pablo	Primaria	47	Masculino
6	1804658308	Yanchapanta Zaragosín Cristian Ángel	Primaria	33	Masculino
7	1802933240	Acurio Jorge Robinson	Secundaria	42	Masculino
8	1711894319	Latorre Buitrón Edison Fernando	Superior	40	Masculino

Fuente: (TEOJAMA COMERCIAL, 2018)

Elaborado por: Investigadora

3.5. Operacionalización de Variables

Tabla N° 7. Matriz de Operacionalización de la variable independiente – Riesgos Químicos

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Ítem básicos	Técnicas / Instrumentos
Los factores de riesgos químicos, se consideran como toda sustancia orgánica e inorgánica de origen natural o sintético, presente en diferentes estados como: sólidos, líquidos o gaseosos, durante la fase productiva de una industria. Este factor de riesgo puede ingresar por inhalación, absorción o ingestión al organismo. Puede provocar enfermedades laborales en el mediano y largo plazo según el nivel de concentración y el tiempo de exposición. (Fundación Mapfre, 2015)	Sustancia	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación • Medición • Evaluación • Control 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Ha recibido alguna vez capacitaciones relacionadas a Riesgos Químicos? 	Técnica: Observación Instrumento: Análisis de Riesgo de Tarea, Matriz de Riesgos NTP 330, Encuesta.
	Inhalación, Absorción e Ingestión	<ul style="list-style-type: none"> • Particulado 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En su puesto de trabajo está en contacto con material particulado (polvo)? • ¿Dispone de Equipos de protección personal para realizar la limpieza de filtros de aire? 	Técnica: Validación de Laboratorio Instrumento: Análisis de residuos sólidos
	Nivel de concentración y tiempo de exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración • Tiempo de exposición 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Han realizado mediciones de contaminantes químicos en su puesto de trabajo? • ¿A causa de realizar la limpieza de filtros de aire ha tenido algún tipo de molestia respiratoria? 	Técnica: Recolección de Campo, Observación. Instrumento: Equipo de Medición

Elaborado por: Investigadora

Tabla N° 8. Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente – Salud Ocupacional

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Ítem básicos	Técnicas / Instrumentos
Es el conjunto de actividades asociado a disciplinas variadas, cuyo objetivo es la promoción y mantenimiento del más alto grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores de todas las profesiones promoviendo la adaptación del trabajo al hombre y del hombre a su trabajo.	Bienestar físico, mental y social	Identificar síntomas de enfermedades respiratorias	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Los días de trabajo usted, Tose más de 4 veces en el día? • ¿Expectora (desgarra, gargajea) dos o más veces en el día? • ¿En la semana, tiene dolores de cabeza 3 o más veces? 	Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario
	La adaptación del trabajo	<p>Diseño de Puestos de Trabajo.</p> <p>Condiciones del puesto de trabajo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cree usted que es posible cambiar el método de trabajo, al realizar la limpieza de filtros de aire? • ¿El área en donde ejecuta la limpieza de filtros de aire, considera que es un lugar adecuado y seguro para trabajar? 	Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario

Elaborado por: Investigadora

3.6. Recolección de la Información

Para la recolección de la información y datos, se realizan encuestas a los involucrados en el proceso, empleando como técnicas: la observación y cuestionarios.

Tabla N° 9. Plan de recolección de la información

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Alcanzar los objetivos de la investigación
2. ¿De qué persona u objetos?	Trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Incidencia de los riesgos químicos en la salud ocupacional de los trabajadores
4. ¿Quién y quiénes?	Investigadora
5. ¿Cuándo?	Segundo semestre 2018
6. ¿Dónde?	Servicio Técnico de la empresa Teojama Comercial S.A.
7. ¿Cuántas veces?	Las veces necesarias para llegar al objetivo propuesto
8. ¿Qué técnicas de recolección?	Observación directa Medición de material particulado
9. ¿Con qué?	Equipo de medición de material particulado
10. ¿En qué situación?	En el momento de la realización de la tarea durante la jornada de trabajo.

Elaborado por: Investigadora

3.7. Procesamiento y Análisis de la Información

3.7.1. Plan de procesamiento de información

Los datos recogidos se transforman siguiendo ciertos procedimientos:

- Revisión crítica de la información recogida; es decir, limpieza de la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.

- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.
- Tabulación o cuadros según variables de cada hipótesis: cuadros de una sola variable, cuadro con cruce de variables, etc.
- Medición del nivel de concentración de material particulado a través del equipo MET ONE Aerocet 831, cuyos datos permiten tener un criterio de apoyo. (Ver Anexo II: Certificado de calibración).
- Registro de los datos tomados por el equipo medidor mediante una tabla de valores para posteriormente tabularlos.
- Manejo de información (reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente, que no influyen significativamente en los análisis).
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados, mediante gráficos.

3.7.2. Análisis e interpretación de resultados

- Análisis de los resultados observados y recolectados, recalando la indagación que relacione el trabajo práctico con los objetivos.
- Interpretación de los resultados para comprender lo esencial del problema y los factores que inciden en su aumento.
- Diseño de alternativas de solución con el propósito de minimizar las causas que afectan la calidad del aire interior del puesto de trabajo.
- Desarrollo de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción de la Empresa

Teojama Comercial S.A., empresa ecuatoriana fundada en 1963, es distribuidor autorizado para el Ecuador de las afamadas marcas de vehículos HINO y DAIHATSU, ambas parte del grupo TOYOTA. Con presencia en las principales ciudades del país, Teojama cuenta con 7 puntos de venta de vehículos, 9 centros de servicios y 12 puntos de venta de repuestos originales. Teojama Comercial S.A., contribuye a través de sus vehículos de trabajo al desarrollo y crecimiento de la industria metalmecánica nacional, además de ser un importante actor como proveedor de vehículos para todas las actividades productivas y de servicios del Ecuador.

Tabla N° 10. Datos informativos de Teojama Comercial S.A.

RAZÓN SOCIAL:		TEOJAMA COMERCIAL S.A.	
DIRECCIÓN:		Av. Bolivariana S/N Y Thales De Mileto	
REPRESENTANTE LEGAL:		Malo Vidal Manuel Antonio	
ACTIVIDAD EMPRESARIAL:		Venta al por mayor y menor de automóviles y vehículos para todo terreno	
POBLACIÓN	GÉNERO:	Número de Hombres:	15
		Número de Mujeres:	6
	VULNERABLE:	Número de Personas con Capacidades Especiales:	1
		Número de Mujeres Embarazadas:	0
	TURNO:	Diurno:	22
		Nocturno:	4

Elaborado por: Investigadora

Fuente: (TEOJAMA COMERCIAL, 2018)

4.1.1. Procesos de Servicio Técnico

El área de servicio técnico entrega cinco tipos de productos y servicios al cliente, los cuales se describen a continuación:



Gráfico N° 14. Productos y servicios de servicio técnico

Elaborado por: Investigadora

El mantenimiento preventivo es realizar los chequeos de forma anticipada de acuerdo al kilometraje recorrido, con el objetivo de precautelar al vehículo de un daño grave. Mediante previa cita, el cliente recibe la atención con una duración de una hora y con la mano de obra gratuita.

El mantenimiento correctivo sirve para resolver problemas serios que presenta el vehículo durante su recorrido, la duración de este proceso puede tomar algunos días, pero siempre entregándole la solución adecuada al cliente.

El taller móvil es una herramienta necesaria para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, el mismo que se traslada al sitio del vehículo que necesita el mantenimiento, ya que por su trabajo y distancia no ha podido acercarse a los puntos de atención especializados.

El lavado de vehículos es parte de los mantenimientos ofrecidos por la empresa, existen tres tipos de lavados, lavado de cortesía, lavado exprés y lavado completo, los mismos que se diferencian por el tiempo de lavado y el número de insumos utilizados en el proceso.

Finalmente enderezada y pintura es otorgar al cliente la mejor tecnología y asistencia en caso de accidentes de cualquier magnitud, aquí se repara el vehículo para dejarlo como nuevo.

El proceso de limpieza de filtros de aire, se desarrolla en el mantenimiento preventivo únicamente, como puede apreciarse en el Gráficos N° 15.

4.1.2. Proceso de Mantenimiento Preventivo

Para realizar el proceso de mantenimiento preventivo se tienen las siguientes actividades:

- El Asesor de servicio, recibe el vehículo de acuerdo a lo indicado por el cliente, verifica el estado del vehículo y genera la orden de trabajo. Ingresar el vehículo a la bahía de trabajo.
- El Técnico de servicio realiza la requisición de repuestos para realizar el mantenimiento.
- El Bodeguero entrega al técnico de servicio los repuestos solicitados en la bahía de trabajo.

Posterior a esto, el Técnico de servicio, realiza el trabajo de mantenimiento de acuerdo al kilometraje indicado en el vehículo, es decir:

- Cada 5.000 kilómetros y los múltiplos de 5, se determinan seis actividades primordiales como el cambio de aceite y filtro de aceite, mantenimiento de baterías, limpieza de filtro de aire, engrasada de chasis y lavado del vehículo de cortesía.
- A los 10.000 Km se le realiza a los vehículos las actividades descritas a los 5.000 kilómetros, sumado el cambio de filtro de combustible principal y secundario, ajuste de bandas, regulación de frenos y regulación de embrague
- Finalmente, cada 60.000 kilómetros se hacen todas las actividades descritas anteriormente seguidas de la calibración de válvulas, limpieza de inyectores, cambio de filtro de aire, diagnóstico computarizado.

Para mejor entendimiento de las actividades a realizarse se esquematiza lo señalado en la siguiente tabla:

Tabla N° 11. Parámetros del mantenimiento preventivo

<p>Mantenimiento de 5.000 Km (múltiplos de 5)</p> <p>Cambio de Aceite y filtro de aceite, mantenimiento de baterías, limpieza de filtro de aire, engrasada de chasis y lavado del vehículo de cortesía.</p>
<p>Mantenimiento de 10.000 Km (múltiplos de 10)</p> <p>Cambio de Aceite y filtro de aceite, mantenimiento de baterías, limpieza de filtro de aire, engrasada de chasis y lavado del vehículo de cortesía.</p> <p>Cambio de filtro de combustible principal y secundario, ajuste de bandas, regulación de frenos y regulación de embrague.</p>
<p>Mantenimiento de 60.000 Km (cada 60.000 Km)</p> <p>Cambio de Aceite y filtro de aceite, mantenimiento de baterías, limpieza de filtro de aire, engrasada de chasis y lavado del vehículo de cortesía.</p> <p>Cambio de filtro de combustible principal y secundario, ajuste de bandas, regulación de frenos y regulación de embrague.</p> <p>Calibración de válvulas, limpieza de inyectores, cambio de filtro de aire, diagnostico computarizado.</p>

Fuente: (TEOJAMA COMERCIAL, 2018)

Elaborado por: Investigadora

Una vez finalizado el trabajo de mantenimiento preventivo, se procede a realizar un chequeo de los trabajos ejecutados en el vehículo por parte del Jefe de Taller a través de una prueba de ruta, para identificar mediante sonidos y funcionamiento del vehículo, el trabajo realizado.

Si el trabajo se encuentra realizado satisfactoriamente, se procede a cerrar la Orden de Trabajo, se continúa con el lavado de cortesía del vehículo y la correspondiente facturación del trabajo. Si el trabajo realizado presenta novedades, se procede a revisar y corregir el mantenimiento por parte del técnico de servicio para posteriormente la revisión de parte del jefe de Taller.

A continuación en el Gráfico N° 15, se puede apreciar el proceso de mantenimiento preventivo, donde se realiza la limpieza del filtro de aire.

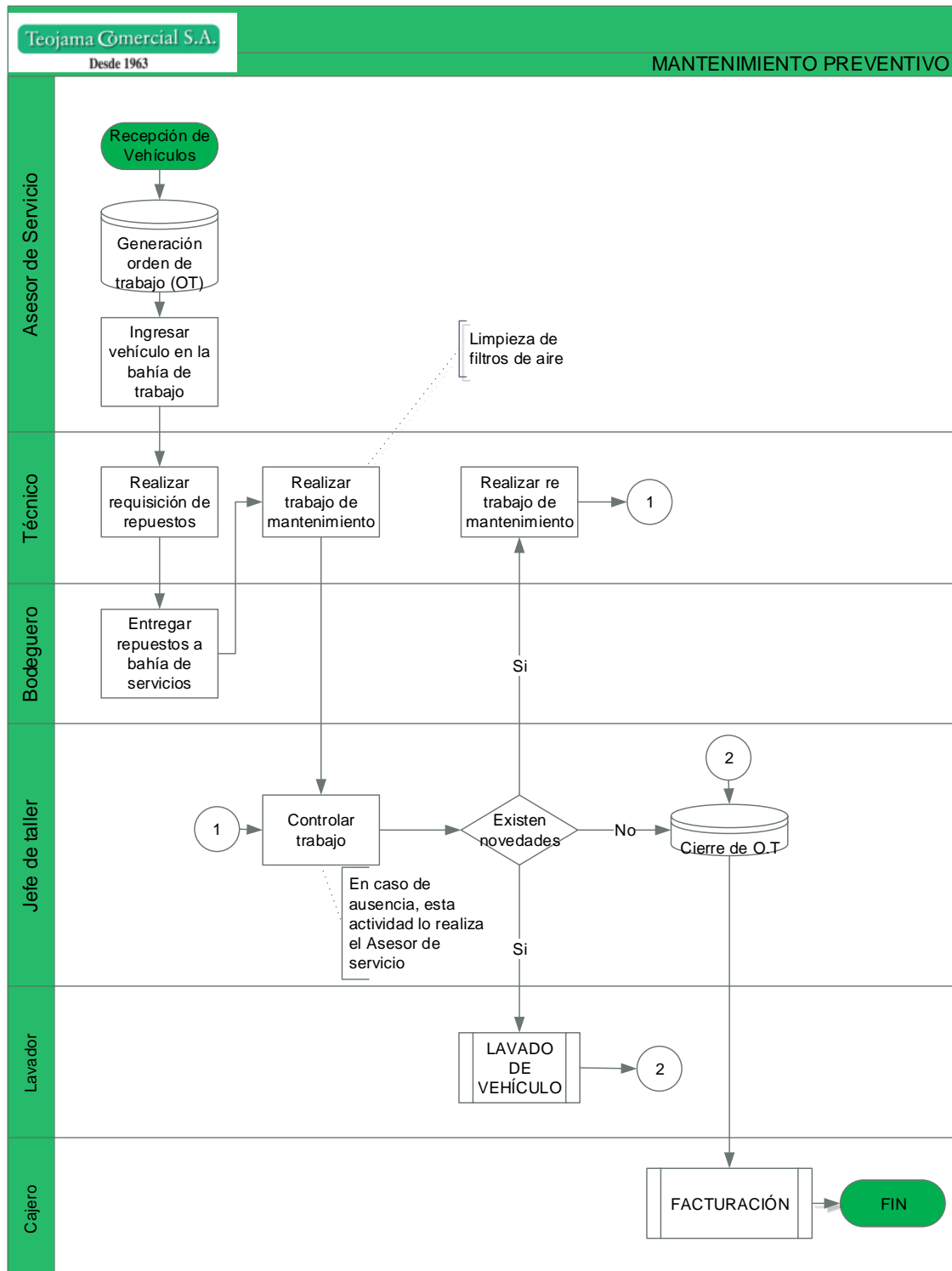


Gráfico N° 15. Flujograma Mantenimiento Preventivo

Fuente: (TEOJAMA COMERCIAL, 2018)

Realizado por: Investigadora

4.2. Herramientas de análisis

El análisis realizado para el presente trabajo consiste en dar respuesta a los objetivos planteados inicialmente, mediante la utilización de las siguientes herramientas:

- Análisis de Riesgo de Tarea.
- NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente (Ver Anexo I).
- Encuesta al personal de servicio técnico.
- Análisis de residuos sólidos (Ver Anexo II).

Por otra parte, la interpretación de los resultados obtenidos al aplicar las herramientas mencionadas, aporta significativamente en la relación existente entre el material levantado bibliográficamente y los procesos de investigación.



4.2.1. Análisis del riesgo de la tarea



El análisis de riesgo de la tarea consiste en aumentar el conocimiento sobre el riesgo químico que se investiga en el presente trabajo.



El análisis a realizar es examinar en cada paso de la actividad los riesgos potenciales y determinar la forma más segura de realizar el trabajo.



En la Tabla N° 13, se puede apreciar el estudio del Análisis del Riesgo de Tarea sobre la actividad de la limpieza de filtros de aire.



Tabla N° 12. Análisis de Riesgo de Tarea

N°	Actividad	Tareas	Riesgos	Medidas de seguridad	Grado de Cumplimiento	Ayuda Visual
1	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Retirar el filtro de aire (primario y secundario) del depurador de aire del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Atrapamiento • Golpe con o golpe contra • Corte por contacto de materiales cortopunzantes • Proyección de partículas 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de procedimiento de limpieza de filtro de aire • Utilización del equipo de protección personal 	50%	
2	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Trasladarse a la zona de limpieza de filtros	<ul style="list-style-type: none"> • Caída al mismo nivel • Golpes contra objetos móviles 	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y Limpieza • Señalización 	50%	

3	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Colocar los filtros de aire en el piso y accionar el aire comprimido	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Señalización • Utilización del equipo de protección personal 	50%	
4	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Rociar aire comprimido por la parte interna del filtro de aire secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con material particulado • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipo de protección personal 	50%	

5	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Rociar aire comprimido por la parte externa del filtro de aire secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con material particulado • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipo de protección personal 	100%	
6	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Rociar aire comprimido por la parte interna del filtro de aire primario	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con material particulado • Posición forzada • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipo de protección personal 	100%	

7	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Rociar aire comprimido por la parte interna del filtro de aire primario	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con material particulado • Posición forzada • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipo de protección personal 	100%	
8	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Trasladarse al vehículo para la colocación del filtro de aire (primario y secundario)	<ul style="list-style-type: none"> • Caída al mismo nivel • Golpes contra objetos móviles 	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y Limpieza • Señalización 	100%	

9	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Colocar el filtro de aire (primario y secundario) en el depurador de aire	<ul style="list-style-type: none"> • Atrapamiento • Golpe con o golpe contra • Corte por contacto de materiales cortopunzantes • Proyección de partículas 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de procedimiento de limpieza de filtro de aire • Utilización del equipo de protección personal 	50%	
10	LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE	Limpieza de la zona dónde se limpia los filtros	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con material particulado • Posición forzada 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento del procedimiento de orden y limpieza • Utilización del equipo de protección personal 	50%	

Elaborado por: Investigadora

Fuente: (TEOJAMA COMERCIAL, 2018)

De manera global se puede contrastar que, existen 10 tareas que complementan a la actividad de la limpieza de filtros de aire, de las cuales 5 tareas se encuentran en contacto directo con el material particulado de una manera agresiva a la salud del trabajador, ya que al aplicar aire comprimido al filtro de aire, se disparan las partículas hacia el exterior, contaminando el ambiente de trabajo y su alrededor.

Adicionalmente se puede mencionar, que el establecimiento de las medidas preventivas de seguridad implantadas para la actividad no se cumple en un 100%, es decir, el trabajador por finalizar lo más pronto posible la actividad, omite dichas medidas de prevención, ocasionando un daño silencioso en la salud.

Otra característica identificada en el análisis realizado, es sobre los tiempos muertos que existen al transportar el filtro de aire a la zona de limpieza, al considerarse una actividad que genera suciedad, se le ha confinado fuera de la zona de operación productiva, por lo que la actividad puede llegar a triplicar su duración habitual.

4.2.2. Matriz de riesgos NTP 330

El método NTP 330, permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. El punto de partida es la detección de las deficiencias del puesto de trabajo para estimar la probabilidad de que se materialice el peligro y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

El nivel de riesgo (NR) está dada en función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencia (NC), expresándose de la siguiente manera:

$$NR = NP \times NC \qquad \text{(Fórmula 4.1)}$$

El nivel de probabilidad (NP) se calcula en función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o exposición a la situación de riesgo.

El nivel de deficiencia (ND), es la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente. Por su parte, el nivel de exposición (NE), es una medida de la frecuencia con la que se da exposición al riesgo. Entonces el nivel de probabilidad se representa así:

$$NP = ND \times NE \quad (\text{Fórmula 4.2})$$

El nivel de consecuencia (NC), se ha considerado igualmente el cuatro niveles, con doble significado, es decir, que se tome en cuenta no sólo la parte de daños personales sino daños materiales, ya que en casos dónde las lesiones no son de importancia la consideración de daños materiales establece prioridades que podrían tornarse de tipo “importante”, por lo que por esta razón se utiliza los dos significados.

Como resultado de ésta metodología aplicada, se generan cuatro niveles de intervención: Nivel I representa el intervalo de 400 – 600, que significa que es una situación crítica con una corrección urgente. Nivel II representa el intervalo de 500 – 150, que significa corregir y adoptar medidas de seguridad. Nivel III representa el intervalo 120 – 40, que significa mejorar si es posible, es conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.

Finalmente, el nivel IV representa el intervalo 20 o menor, que significa no intervenir, salvo que exista un estudio que justifique. A continuación, se presentan los niveles de consecuencia y probabilidad representados gráficamente, según lo explicado anteriormente.

		NR=NPxNC			
		NIVEL DE PROBABILIDAD (NP)			
		40--24	20--10	8--6	4--2
NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240-120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200-100	III 80-60	III 40-20

Gráfico N° 16. Relación de niveles de intervención
Fuente: NTP 330. Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes

De acuerdo a la identificación de riesgos realizada (Ver Anexo I. Matriz de Riesgos), se presentan 10 riesgos en la limpieza de filtros, de los cuales 7 son riesgos mecánicos, 1 es riesgo físico, 1 es riesgo ergonómico y 1 riesgo químico. En el Gráfico N° 17, se presenta el porcentaje de participación por tipo de riesgo.

De acuerdo al nivel de intervención, el riesgo químico, objeto del presente estudio se ubica en el Nivel II, es decir, el intervalo de 500 – 150, que significa corregir y adoptar medidas de seguridad.

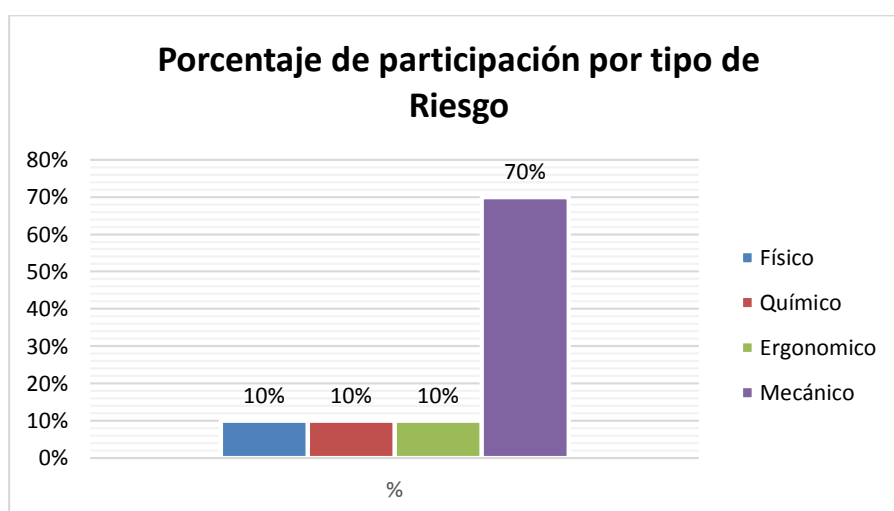


Gráfico N° 17. Porcentaje de participación por tipo de riesgo
Elaborado por: Investigadora

4.2.3. Validación y confiabilidad del instrumento

Con el objeto de recabar información sobre la salud ocupacional de los trabajadores de Teojama Comercial, se realiza un cuestionario en base a la operacionalización de la variable (Ver Anexo III. Instrumento para la validación de la encuesta), dónde se presentan 10 preguntas, el mismo que se procede a validar con un estudio de confiabilidad “Alfa de Cronbach”, obteniendo los siguientes resultados:

Base de Datos											Total
Encuestas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Experto 1	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	96
Experto 2	10	10	10	10	10	2	10	10	10	8	90
Experto 3	6	2	10	8	2	6	10	4	8	4	60
Experto 4	10	6	10	8	10	8	10	10	10	10	92
Experto 5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Experto 6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Experto 7	8	10	8	8	8	8	10	10	10	10	90
Experto 8	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	98
Experto 9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Experto 10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	96
Experto 11	4	2	10	6	2	6	10	2	6	0	48
Experto 12	8	6	8	8	8	10	8	10	8	8	82
Estadísticos											
Varianza	4	9	1	2	8	6	0	7	2	9	

K	12
$\sum Vi$	47,722
Vt	282,061
Sección 1	1,091
Sección 2	0,831
Absoluto S2	0,831
Alfa	0,90633668

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Gráfico N° 18. Cálculos de Alfa de Cronbach

Fuente: Encuestas

En los resultados se puede apreciar que la confiabilidad de aplicar el método alfa de cronbach es de 90,6%, por lo que se puede garantizar la efectividad del instrumento de recolección de datos (encuesta) para continuar con el análisis e interpretación de datos obtenidos.

4.2.4. Análisis e interpretación de encuestas

El objetivo de realizar la encuesta, es evaluar la exposición de los trabajadores al material particulado y cuantificar el posible impacto de las enfermedades respiratorias que afectan al personal de servicio técnico y las actividades diarias de la empresa.

Pregunta N° 1: ¿Ha recibido alguna vez capacitaciones relacionadas a Riesgos Químicos?

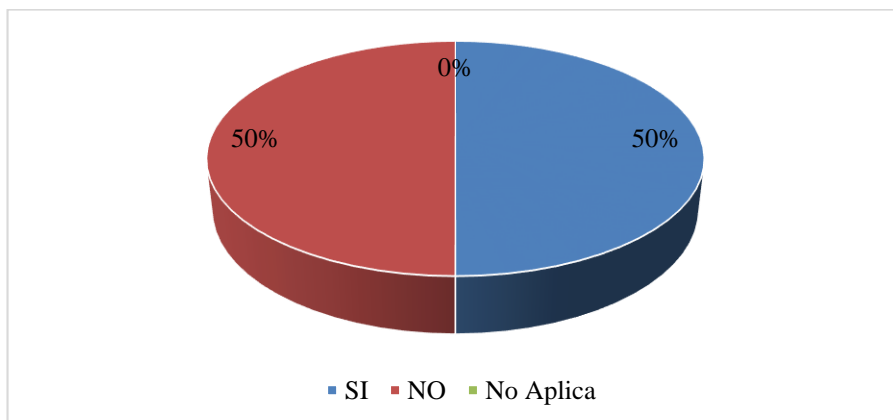


Gráfico N° 19. Respuesta - pregunta 1
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

El 50% del personal encuestado indica alguna vez ha recibido capacitaciones relacionadas a riesgos químicos, lo que se puede evidenciar es que la gestión en seguridad y salud en el trabajo, no se ha venido realizando periódicamente, por lo que el sistema no se encuentra implementado correctamente; dado lo anterior, existe ambigüedad en los conocimientos de los factores de riesgo químico en el personal del área de servicio técnico.

Pregunta N° 2: ¿Han realizado mediciones de contaminantes químicos en su puesto de trabajo?

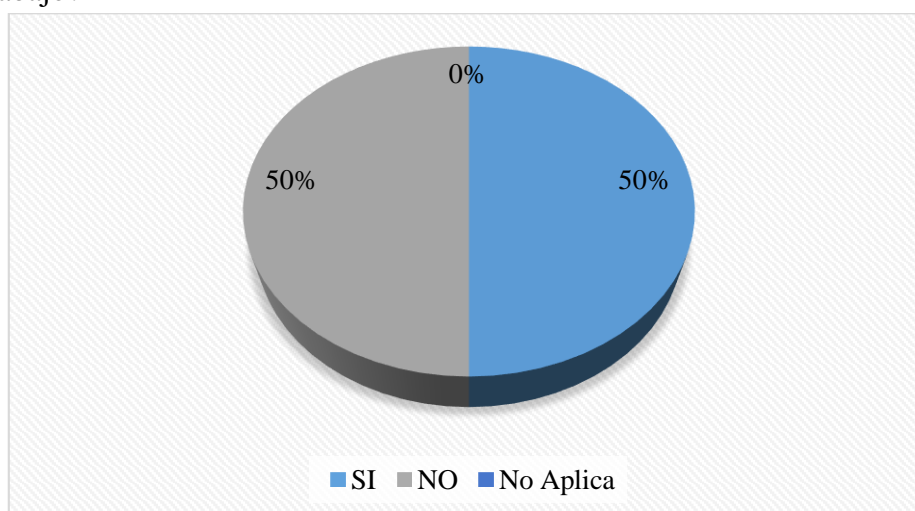


Gráfico N° 20. Respuesta - pregunta 2
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

El 50% del personal contesta que efectivamente se han realizado mediciones de riesgo en su puesto de trabajo, como nota aclaratoria el personal que contesta afirmativamente indica que se realizaron mediciones en factores de riesgo físico como ruido, iluminación y temperatura, pero no mediciones de material particulado, por lo que se da a notar que existe confusión y falta de capacitación en el personal.

Pregunta N° 3: ¿En su puesto de trabajo está en contacto con material particulado (polvo)?

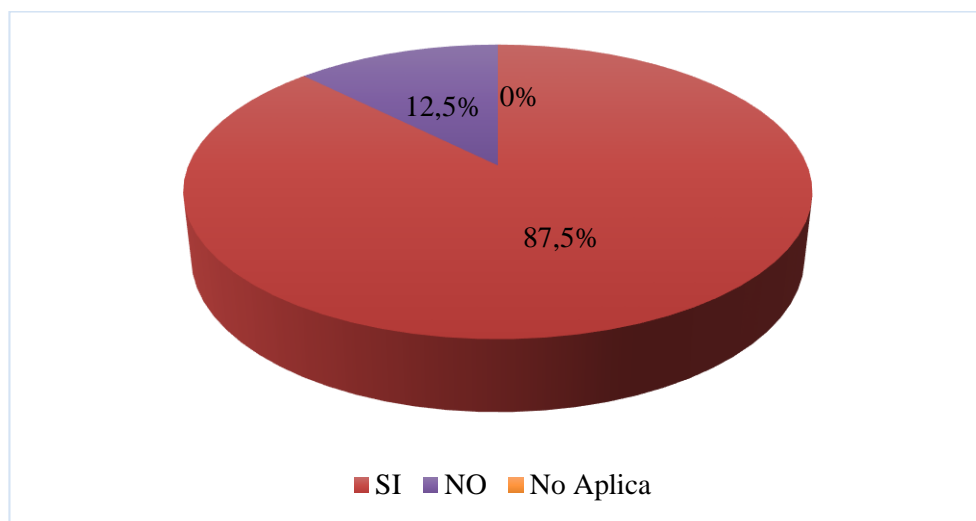


Gráfico N° 21. Respuesta - pregunta 3
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

La mayoría del personal encuestado, es decir el 87,5% del personal, afirma que está en contacto con material particulado durante las operaciones de servicio técnico, especialmente en la limpieza de filtros de aire, ya que se limpian en promedio de 10 filtros al día. El porcentaje minoritario, contesta negativamente porque realiza la tarea esporádicamente (una vez al día).

De todas maneras, se evidencia, que independientemente de quien realice la actividad, el material particulado se encuentra volatizado en el aire interior de los puestos de trabajo de servicio técnico, por lo tanto, la contaminación está latente en los talleres de Teojama Comercial S.A.

Pregunta N° 4: ¿Dispone de Equipos de protección personal para realizar la limpieza de filtros de aire?

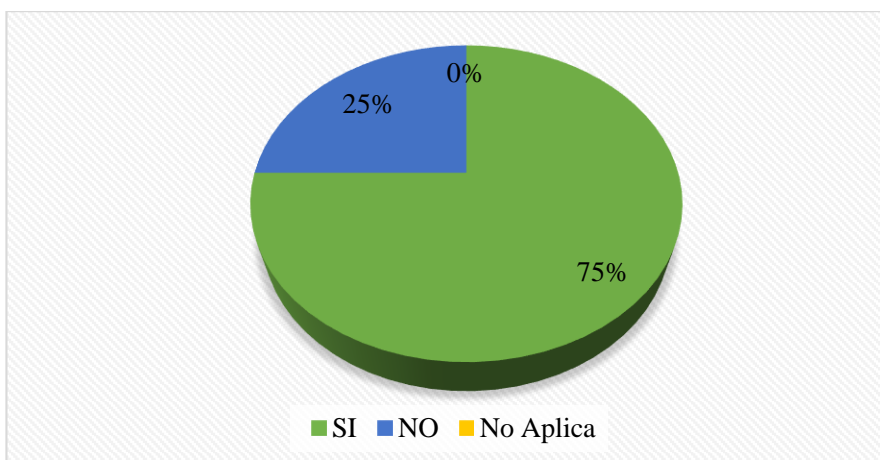


Gráfico N° 22. Respuesta - pregunta 4
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

El 75% de la población encuestada indica que dispone de equipo de protección personal para realizar su trabajo habitual, cabe destacar que el equipo de protección no es el adecuado, ya que es incómodo, no cumple las necesidades para la actividad que desarrollan y es poco flexible, lo que no permite hermeticidad para que el polvo no ingrese. Además se comenta por los trabajadores que en ciertas ocasiones hay escasos del equipo de protección personal, por lo que se ven obligados a trabajar con el equipo deteriorado o simplemente no se usa.

Pregunta N° 5: ¿A causa de realizar la limpieza de filtros de aire ha tenido algún tipo de molestia respiratoria?

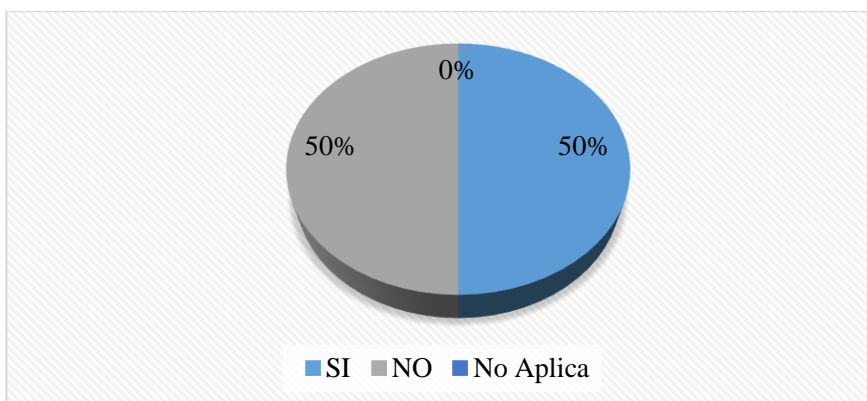


Gráfico N° 23. Respuesta - pregunta 5
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

El 50% de la población encuestada afirma que a causa de realizar la limpieza de filtros de aire ha presentado algún tipo de molestia respiratoria, incluso se indica que se ha asistido a casas de salud por este motivo. Por lo tanto, se demuestra que el personal ya presenta patologías y/o afectaciones respiratorias.

Pregunta N° 6: ¿Los días de trabajo usted, Tose más de 4 veces en el día?

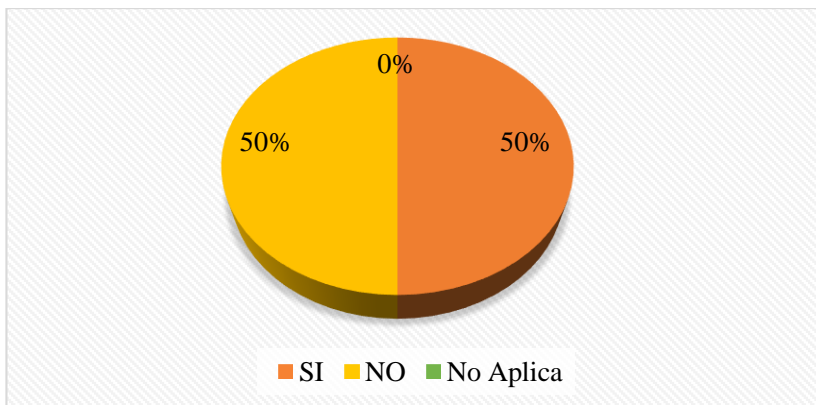


Gráfico N° 24. Respuesta - pregunta 6
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

El 50% de la población encuestada, señala que en el día de trabajo, tose por lo menos 4 veces al día, lo que evidencia la presencia de material particulado en el ambiente de trabajo y que el personal ya presenta molestias en su salud a causa de la actividad de limpieza de filtros de aire.

Pregunta N°7: ¿Expectora (desgarra, garga) dos o más veces en el día?

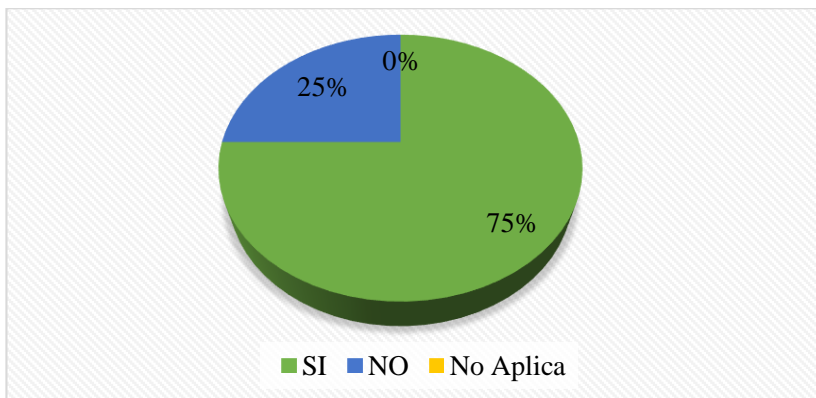


Gráfico N° 25. Respuesta - pregunta 7
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

La mayoría de la población encuestada, es decir el 75%, señala que en el día de trabajo, expectora (desgarra, garga) dos o más veces en el día. Estos resultados demuestran que las personas de servicio técnico ya tienen algún tipo de afectación respiratoria, que se manifiesta de esta manera en la salud, ya que al expectorar quiere decir que hay presencia de materiales extraños en el tracto respiratorio y el sistema respiratorio trata de atraparlos mediante esta mucosidad generada, de acuerdo a la coloración de la secreción se puede determinar el tipo de patología que se está presentando en el organismo.

Pregunta N°8: ¿En la semana, tiene dolores de cabeza 3 o más veces?

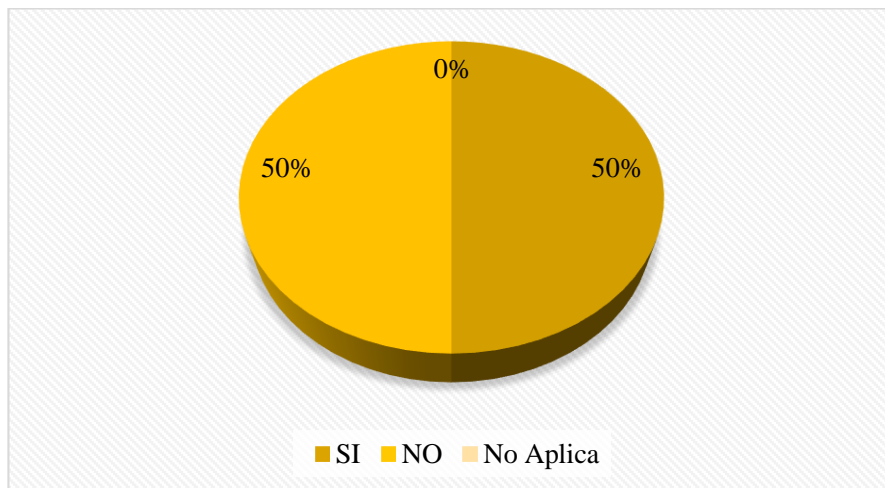


Gráfico N° 26. Respuesta - pregunta 8
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

La mitad de la población encuestada, es decir el 50%, manifiesta que en la semana, tiene dolores de cabeza, con una frecuencia de 3 o más veces después de haber realizado la limpieza de filtros de aire, el resto del personal indica haber tenido dolores de cabeza pero no mayor a tres veces en la semana, sino con una menor frecuencia, esto se explica porque la concentración de material particulado en las diferentes zonas disminuye.

Pregunta N°9: ¿Cree usted que es posible cambiar el método de trabajo, al realizar la limpieza de filtros de aire?

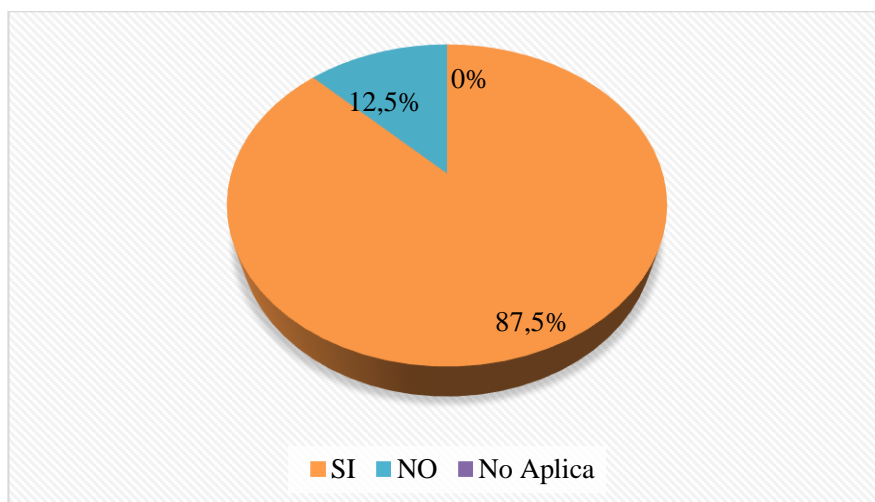


Gráfico N° 27. Respuesta - pregunta 9
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

El 87% de la población afirma que es posible cambiar el método de trabajo para realizar la limpieza de filtros de aire, incluso se han sugerido soluciones “parche” o temporales para evitar los riesgos determinados anteriormente en la actividad. Aunque se puede mencionar que el personal ya se ha acostumbrado a realizar la actividad de la manera actual, por lo que no sugieren que sea cambiada la metodología.

Pregunta N°10: ¿El área en donde ejecuta la limpieza de filtros de aire, considera que es un lugar adecuado y seguro para trabajar?

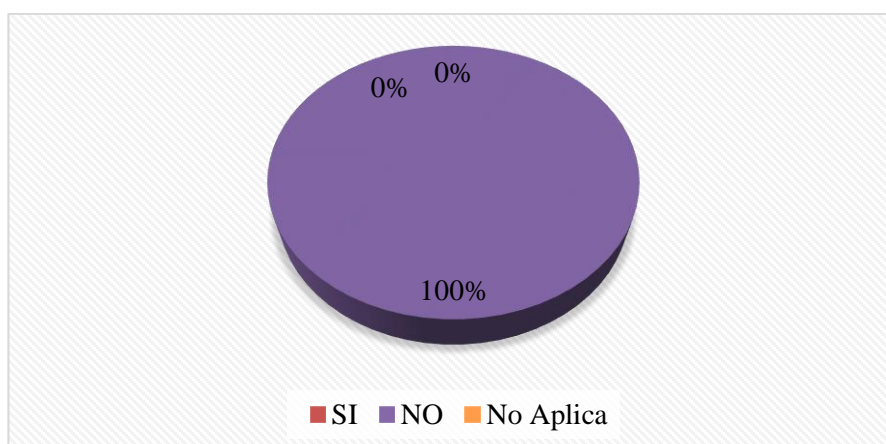


Gráfico N° 28. Respuesta - pregunta 10
Elaborado por: Investigadora

Análisis e interpretación:

Todo el personal unánimemente indica que el sitio de trabajo para realizar la limpieza de filtros no es considerado adecuado y seguro, pese a que el personal ha llegado a acostumbrarse en el lugar para realizar la actividad. Por lo tanto, se da como resultado que se deben tomar acciones inmediatas en la actividad para evitar el desarrollo de patologías en el personal.

Interpretación final de la encuesta

Como criterio final de la encuesta se puede afirmar que el personal presenta patologías y/o afecciones respiratorias sin importar que sea personal de larga o corta trayectoria en la empresa, dando a notar que no se realizan actividades de control en la salud y no existe una gestión en seguridad ocupacional, incluso se muestra falta de conocimiento en cuanto a la identificación de factores de riesgo. Por lo tanto, se evidencia que se deben tomar acciones inmediatas para controlar el riesgo químico que se encuentra afectando silenciosamente la salud de los trabajadores de servicio técnico. A continuación se pueden apreciar los resultados obtenidos:

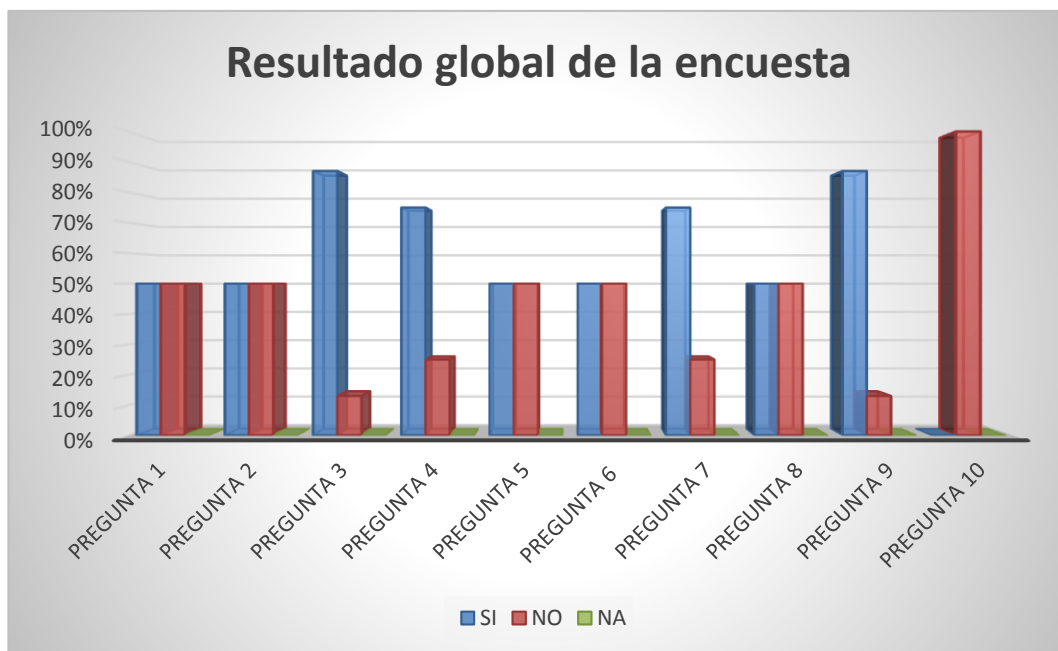


Gráfico N° 29. Resultado global de la encuesta

Elaborado por: Investigadora

4.3. Medición del Factor de Riesgo Químico – Material Particulado

Para el presente trabajo se utilizó el equipo MET ONE Aerocet 831, debidamente calibrado (Ver Anexo IV. Certificado de calibración), de origen estadounidense, cuenta con un monitor de 5 canales simultáneos, brindando 5 parámetros para la medición y monitoreo de puestos de trabajo que presentan material particulado.

El equipo muestra alertas visuales, monitor LCD para la lectura rápida de la medición realizada, puerto de comunicación IR, software para descargar la información al computador. En el gráfico N° 29 se presenta la imagen del equipo, anteriormente mencionado.



Gráfico N° 30. Medidor de material particulado
Fuente: MET ONE Aerocet 831

A continuación, en la Tabla N° 13 se muestran las características técnicas del equipo.

Tabla N° 13. Características técnicas del equipo Aerocet 831

Principio de funcionamiento	Conteo de las partículas individuales mediante luz láser dispersa
Rendimiento	
Gama PM	PM1, PM2.5, PM4 Y PM10
Rango de concentración	0 – 1000 mg / m ³
Resolución	0.1 mg/m ³ (mostrar / salida de aire)
Sensibilidad	Alto = 0,3 µm, Bajo = 0,5 µm
Precisión	±10%, a aerosoles de calibración
Tasa de flujo	0.1 cfm (2,83 lpm)
Duración de la muestra	2 minutos
Almacenamiento	2500 archivos
Eléctrica	
Fuente de Luz	Diodo láser, 780 nm, 40 mW típica
Adaptador / cargador AC	AC a DC módulo, 100 – 240 VCA a 8,4 v cc
Tipo de batería	Batería recargable de ion- litio
Tiempo de funcionamiento de la batería	8 horas de operación continua 24 operación intermitente horas
Tiempo de recarga de la batería	2.5 típica de horas
Comunicaciones	USB Mini B tipo
Certificaciones	Cumple o excede las certificaciones internacionales CE, ISO, ASTM y JIS
Interfaz	
Mostrar	2-línea por 16 caracteres LCD
Teclado	2 teclado de botones con dial rotatorio
Física	
Tamaño	Altura: 15,9 cm; Ancho: 9,22 cm y Espesor: 5,08 cm
Peso	0,79 Kg
Del Medio Ambiente	
Temperatura de funcionamiento	0° a + 50° C
Temperatura de almacenamiento	-20° a + 60° C
Accesorios	
Opcional	Estuche (P/N 8517) Bota protectora (P/N 80450) Cero Kit de filtro (P/N 80846) Kit de medidor de flujo (P/N 80530)

Fuente: Aerocet 831

Elaborado por: Investigadora

En la Tabla N° 14, se indica el tipo de evaluación a realizar, el número de trabajadores y el número de muestras.

Tabla N° 14. Muestreo y Mediciones

Muestreo y Mediciones	
Tipo de evaluación	Cuantificación por inhalación en puesto de trabajo
No. De trabajadores	8 Ocho
No. De Muestras	Periodo de exposición completo: 2 minutos Serie 300: 9 muestras Serie 500: 9 muestras Serie 700: 9 muestras

Elaborado por: Investigadora

Se determina los Límites Permisibles según se muestra en la Tabla No.15, para estos diámetros se toma como referencia los dos valores límites recomendados para PM 2.5, según la norma ISO 171330 que considera un 25% de superación para el criterio de confort.

Tabla N° 15. Estándar calidad ambiental en interiores

	<i>PM₁; PM_{2.5}; PM₄; PM₁₀; - mg</i>
Estándar	ISO 17330
Criterio de confort	< 20
Criterio valor límite máximo	1000

Fuente: Norma UNE 17330 -1. Calidad ambiental en interiores, 2008

Elaborado por: Investigadora

Se realiza el siguiente proceso para la preparación del equipo de medición:

- Encender y verificar que no exista el almacenamiento de mediciones anteriores.
- Encerar el AREOCET 831 en ambiente despejado.
- Comprobar que no exista bloqueos en la succión de la bomba, para ello se realiza una medición de prueba.
- Configurar el intervalo de medición, en las opciones “select”, para este caso dos minutos.
- Encerar el sensor.
- Crear un evento nuevo.

- Finalizar la preparación del equipo.

Una vez preparado el equipo, se toman varias muestras de corta duración y de forma aleatoria a lo largo de la jornada (Ver Anexo V. Respaldo fotográfico de la medición), la exposición diaria se calcula mediante una estimación del valor más probable de la media de las mediciones efectuadas, los valores obtenidos son:

Tabla N° 16. Valores de medición serie 300

Serie 300	n	pm1	pm2.5	pm4	pm10	TSP
	1	9,5	9,5	9,5	2252	4478,9
	2	7,8	18,5	90,6	689,9	1500
	3	15,6	1005	2059,8	18287,8	23202,2
	4	13,9	38,7	433,5	3879,6	6052,2
	5	16,7	1267	1557,8	4704,1	7009,8
	6	6,9	6,9	6,9	1446	3551,5
	7	6,9	6,9	52,9	591,3	966
	8	31,2	317,8	2142,4	14530	21010,3
	9	8,8	8,8	8,8	566	888

Elaborado por: Investigadora

Tabla N° 17. Valores de medición serie 500

Serie 500	n	pm1	pm2.5	pm4	pm10	TSP
	1	7,5	7,5	7,5	4108,3	7574,7
	2	22,7	22,7	22,7	6446,6	13094
	3	22,5	22,5	22,5	21187,7	31253,4
	4	22,7	22,7	22,7	5343,5	12345,7
	5	22,7	22,7	22,7	6200,7	12835,5
	6	10	10	10	5349,7	12813,8
	7	10,6	78,3	1706,8	40515,6	50410,6
	8	10	10	10	5708,6	9988,7
	9	21,4	21,4	460,1	34781	39083,2

Elaborado por: Investigadora

Tabla N° 18. Valores obtenidos serie 700

	n	pm1	pm2.5	pm4	pm10	TSP
Serie 700	1	8,6	8,6	8,6	9886,9	14254,4
	2	8,3	8,3	8,3	9456,7	13995,7
	3	15,7	15,7	15,7	17534,6	22724,7
	4	12,1	26,8	580,4	5367,8	10041,4
	5	16,5	59,2	2211,1	17438,3	27677,2
	6	6,9	6,9	6,9	23593,6	38921,8
	7	4,6	4,6	4,6	31985,1	45167,7
	8	3,3	3,3	3,3	5678,3	12345
	9	2,1	2,1	2,1	4356	13456

Elaborado por: Investigadora

A manera de ejemplificación, se desarrolla a continuación el cálculo para estimar la media aritmética, de los datos de PM1 de la medición de la serie 300, con el objetivo de obtener el valor de la dosis diaria a la que se encuentra expuesta el trabajador y de esta manera realizar el cálculo respectivo para todos los parámetros medidos por el tipo de serie. El cálculo completo se puede observar en el Anexo VI.

Los pasos a seguir para estimar la media son:

1. Calcular los logaritmos neperianos de las “n” concentraciones (ci), por ejemplo, tomando los valores de la serie 300, los pm 1 son: 9.5, 7.8, 5.6, 13.9, 16.7, 6.9, 6.9, 31.2, 8.8;

Tabla N° 19. Cálculo de los logaritmos neperianos

n	ci (ppm)	Ln ci
1	9,5	2,2513
2	7,8	2,0541
3	15,6	2,7473
4	13,9	2,6319
5	16,7	2,8154
6	6,9	1,9315
7	6,9	1,9315
8	31,2	3,4404
9	8,8	2,1748
	Σ	21,9782

Elaborado por: Investigadora

2. Calcular mL , la media aritmética de los $Ln c_i$, con la siguiente fórmula:

$$mL = \frac{\sum Ln c_i}{n} \quad (\text{Fórmula 4.3})$$

$$mL = 2,4420$$

3. Calcular la desviación estándar, sL :

$$sL = \sqrt{\frac{\sum (mL - Ln C_i)^2}{n - 1}} \quad (\text{Fórmula 4.4})$$

$$sL = 0,5056$$

4. Calcular la media geométrica, MG

$$MG = e^{mL} \quad (\text{Fórmula 4.5})$$

$$MG = 11,49$$

5. Calcular la desviación estándar, DSG :

$$DSG = e^{sL} \quad (\text{Fórmula 4.6})$$

$$DSG = 1,66$$

6. Calcular Φ , con la siguiente fórmula:

$$\Phi = 1 + \frac{(n - 1)}{n} t + \frac{(n - 1)^3}{n^2 (n + 1)} \frac{t^2}{2!} \quad (\text{Fórmula 4.7})$$

Donde:

$$t = \frac{(sL)^2}{2} \quad (\text{Fórmula 4.8})$$

$$t = 0,1278$$

Entonces:

$$\Phi = 0,12$$

7. A partir de la media geométrica y de Φ se estima la media aritmética, es decir, el valor más probable de la media de la concentración (media estimada):

$$m_{estimada} = MG \times \Phi \quad (\text{Fórmula 4.9})$$

$$m_{estimada} = 11,49 \times 0,12 = 15,8 \text{ ppm}$$

8. Finalmente se calcula el tiempo de exposición y la dosis:

$$C8 = \frac{m_{estimada} \times 20}{480} = 0,66 \text{ ppm} \quad (\text{Fórmula 4.10})$$

$$Dosis = \frac{C8}{\text{criterio confort}} = \frac{0,66}{20} = 0,03 \text{ ppm} \quad (\text{Fórmula 4.11})$$

Este proceso de cálculo se repite por cada PM obtenido, por el tipo de serie 300, 500 y 700, los cálculos correspondientes se muestran en el Anexo VI. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla N° 20. Dosis total por series

DOSIS TOTAL POR SERIES			
	SERIE 300	SERIE 500	SERIE 700
PM1	0,03	0,03	0,02
PM2.5	4,47	0,05	0,03
PM4	1,66	0,28	0,25
PM10	10,42	28,55	29,07
TOTAL	16,58	28,91	29,37

Elaborado por: Investigadora

Por lo tanto, se concluye que las dosis obtenidas sobrepasan el valor aceptable de 1, según lo que establece la Norma UNE 17330 -1. Calidad ambiental en interiores, por lo que se debe tomar de manera inmediata acciones que corrijan la situación, de ser posible se debe realizar nuevas mediciones para evaluar que el riesgo no cause consecuencias negativas en los trabajadores del área de servicio técnico.

4.4. Análisis de Residuos Sólidos

Posterior a los cálculos realizados como resultado de las mediciones del material particulado, se desea conocer el tipo de material que recoge el filtro de aire en el ambiente donde se desenvuelve el vehículo, por lo que se procede a recopilar una muestra de varios filtros de aire y se analizan en un laboratorio para obtener la composición.



Gráfico N° 31. Toma de muestra de residuos sólidos CESTTA
Fuente: Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LABCESTTA - SPOCH

En el Gráfico N° 32 se presenta el análisis de 25 metales pesados frecuentes en este tipo de industria, se determina que existen: silicio, mercurio y plomo. El silicio que representa al polvo común y tierra se encuentra presente en un 60% de la muestra, el plomo representa el 40% del compuesto y con un ínfimo porcentaje se encuentra la presencia de Mercurio con un 0,01%.

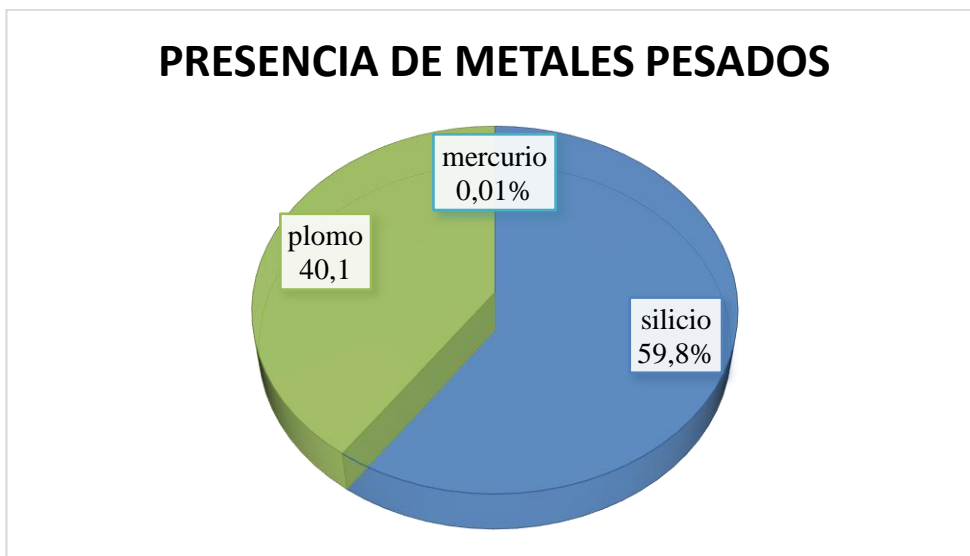


Gráfico N° 32. Presencia de metales pesados

Fuente: Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LABCESTTA - SPOCH

El silicio que se encuentra presente en la mayoría de la composición de la muestra se puede mencionar que era obvia su existencia debido a que a este metal inerte lo encontramos en la corteza terrestre en dónde se desenvuelven la mayoría de vehículos, especialmente la serie 500, que son volquetas de carga en ambiente de abundante particulado. El polvo de silicio es un potente peligro para la respiración, su inhalación causa irritación de los pulmones y de la membrana mucosa, por lo tanto, el cáncer de pulmón y daños en las vías respiratorias, está asociado directamente a exposiciones de silicio.

Por su parte el plomo, es muy conocido por sus efectos tóxicos ya que ha producido envenenamiento de trabajadores por exposiciones inadecuadas. Pese a los controles que se han generado en la industria, mediante la muestra analizada en el laboratorio, se puede observar que representa casi la mitad del análisis, por lo que es alarmante y obliga a tomar las medidas de control necesarias para contrarrestar a uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana.

También se identificaron otros elementos no metales, como son el carbono orgánico y el nitrógeno, la participación en la muestra se presenta en el Gráfico N° 33.

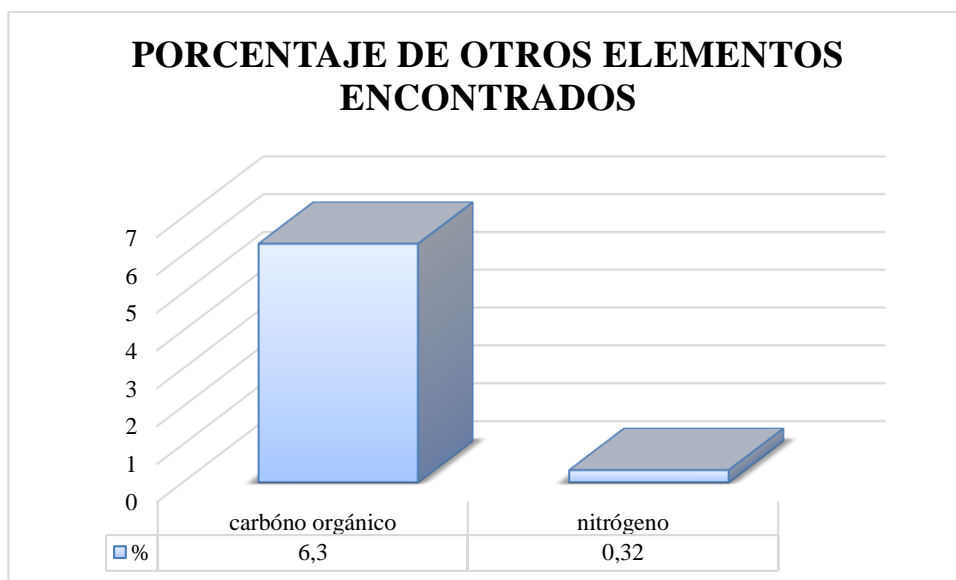


Gráfico N° 33. Porcentaje de otros elementos encontrados

Fuente: Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LABCESTTA - SPOCH

La exposición al carbono orgánico de manera continuada y superior al límite permisible, se encuentra incluida en la lista de los cancerígenos en el Grupo N° 3. También se habla de que este compuesto puede causar enfermedades como la neumoconiosis y afectaciones cutáneas. El resultado de laboratorio completo, se puede observar en el Anexo II, del presente trabajo.

4.5. Comprobación de la Hipótesis

Dentro de la investigación se pretende verificar la relación de la variable independiente y dependiente, es decir de los riesgos químicos y su incidencia en la salud ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

El estadístico de prueba que se utiliza para la verificación de la hipótesis es el Chi Cuadrado, con el fin de establecer la relación de las variables con la hipótesis nula y la hipótesis alterna.

4.5.1. Hipótesis nula H_0

Los riesgos químicos no inciden en la salud ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

4.5.2. Hipótesis alterna H_1

Los riesgos químicos y su incidencia en la salud ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

4.5.3. Chi cuadrado calculado

Para la realización del Chi cuadrado (X^2) se establece con los datos obtenidos de la encuesta, de la pregunta N°4 y la pregunta N°7, cuyo valor se verifica con los datos establecidos en la tabla estadística de la distribución del Chi cuadrado, en relación a los grados de libertad.

4.5.3.1. Variable independiente

La variable independiente los riesgos químicos es medible mediante la pregunta N°4 de la encuesta establecida a todos los trabajadores del área de servicio técnico de la empresa Teojama Comercial S.A.

Pregunta N°4 ¿Dispone de Equipos de protección personal para realizar la limpieza de filtros de aire?
Si
No

4.5.3.2. Variable dependiente

La variable dependiente la salud ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire, es medible mediante la pregunta N°7 de la encuesta establecida a todos los trabajadores del área de servicio técnico de la empresa Teojama Comercial S.A.

<p>Pregunta N°7 ¿Expectora (desgarra, garga) dos o más veces en el día?</p> <p>Si</p> <p>No</p>
--

4.5.3.3. Tabla de contingencia

Frecuencias observadas O:

Las frecuencias observadas son el número de respuestas obtenidas de cada variable, realizadas mediante un cruce de variables de las preguntas 4 y 7, dando el total de la población encuestada, mediante la siguiente tabla:

Tabla N° 21. Frecuencias observadas de la encuesta, preguntas 4 y 7

Frecuencias Observadas		Variable Dependiente: La Salud Ocupacional		Total
		Si	No	
Variable Independiente: Los Riesgos Químicos	Si	6	0	6
	No	0	2	2
Total		6	2	8

Elaborado por: Investigadora

Frecuencias esperadas E:

Las frecuencias esperadas se obtienen de los valores numéricos de cada variable en relación a las frecuencias observadas para que las variables sean independientes. Las frecuencias esperadas se establecen mediante un cálculo en relación a los marginales de la tabla de contingencia de las frecuencias observadas:

$$E = \frac{(\text{Total de fila})(\text{Total de columna})}{\text{Total de frecuencias observadas}} \quad (\text{Fórmula 4.12})$$

Tabla N° 22. Frecuencias esperadas de la encuesta, preguntas 4 y 7.

Frecuencias Esperadas		Variable Dependiente: La Salud Ocupacional		Total
		Si	No	
Variable Independiente: Los Riesgos Químicos	Si	4,50	1,50	6
	No	1,50	0,50	2
Total		6	2	8

Elaborado por: Investigadora

Con los datos obtenidos de las frecuencias observadas y esperadas se procede a establecer el cálculo del Chi cuadrado X^2 , en relación a la fórmula de (Spiegel & Stephens, 2009, p. 296):

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (\text{Fórmula 4.13})$$

Donde:

X^2 = Chi Cuadrado.

O_i = Frecuencia observada en cada celda.

E_i = Frecuencia esperada en cada celda.

A continuación, se establece el cálculo del Chi cuadrado de acuerdo a lo siguiente:

Tabla N° 23. Chi cuadrado calculado

Variable Independiente: Los Riesgos Químicos	Variable Dependiente: La Salud Ocupacional	Observadas O	Esperadas E	O - E	(O-E) ²	(O-E) ² /E
Si	Si	6	4,50	1,50	2,25	0,50
	No	0	1,50	-1,50	2,25	1,50
No	Si	0	1,50	-1,50	2,25	1,50
	No	2	0,50	1,50	2,25	4,50
$X^2 = \sum (O-E)^2/E$						8,00

Elaborado por: Investigadora

4.5.4. Chi cuadrado tabulado

El valor obtenido en el Chi cuadrado calculado se contrasta con el valor establecido en el Chi cuadrado tabulado, con la finalidad de establecer la zona de distribución de la gráfica, ya sea la zona de aceptación o de rechazo de la hipótesis, en relación a los grados de libertad y su nivel de confianza.

Grados de libertad

$$\text{Grados de libertad} = (f - 1)(c - 1) \quad (\text{Fórmula 4.14})$$

Donde:

c = Número de columnas de la tabla de contingencia.

f = Número de filas de la tabla de contingencia.

$$\text{Grados de libertad} = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$\text{Grados de libertad} = 1$$

Nivel de Confianza: 95 % = 0.95, significancia $\alpha = 0.05 = 5\%$

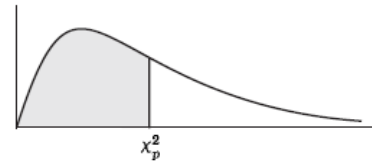
Con los grados de libertad y el nivel de confianza se determina el valor del Chi cuadrado tabulado de:

$$X^2_{tablas} = 3,8415$$

Tabla N° 24. Chi cuadrado tabulado

Apéndice IV

Valores percentiles (χ^2_p)
correspondientes
a la distribución ji cuadrada
con ν grados de libertad
(área sombreada = p)



ν	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.50}$	$\chi^2_{.25}$	$\chi^2_{.10}$	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.01}$	$\chi^2_{.005}$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0039	.0010	.0002	.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.554	.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84

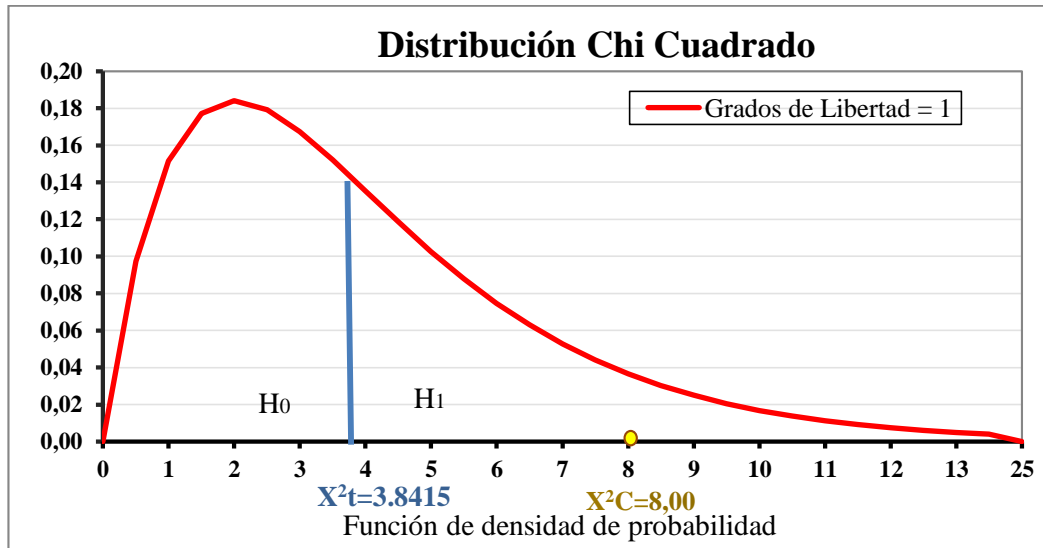


Gráfico N° 34. Curva de la distribución Chi cuadrado

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigadora

4.5.6. Decisión final

El valor del Chi- Cuadrado calculado es 8,00, el cual es mayor al Chi- Cuadrado tabulado de 3,8415, es decir, que se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, o de investigación H1: “Los riesgos químicos inciden en la salud ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua”. Los que significa que la investigación es favorables de acuerdo al nivel de confianza del 95 %.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Mediante la investigación de los factores de riesgo químicos en el proceso de limpieza de filtros de aire y su incidencia en la salud de los trabajadores de servicio técnico de la empresa Teojama Comercial S.A., se observa a lo largo de los resultados obtenidos que existe una relación proporcional del riesgo químico en la afectación de la salud de los trabajadores, por lo tanto se resuelve proponer medidas de corrección inmediatas para corregir dicho efecto.

Mediante la identificación de factores de riesgo, se observa como riesgo potencial al riesgo químico, ya que la elevada polución que se genera en el ambiente de trabajo causa no sólo molestias respiratorias sino malestar para desarrollar el resto de actividades en el taller de servicio técnico, por lo que se debe gestionar su mitigación de acuerdo a la jerarquía de control de riesgos, es decir, tomar control en la fuente, el medio y como última medida, en el receptor.

Mediante la cuantificación del material particulado presente en el proceso de servicio técnico, se ha podido comprobar mediante las mediciones realizadas que las afecciones respiratorias de los trabajadores, tienen estrecha relación con la dosis del material particulado que se encuentran expuestos, siendo que la dosis calculada en el procesos de limpieza de los filtros de aire, de las series 300, 500 y 700, sobrepasa 20 veces más a los parámetros establecidos por la normativa referencial.

Mediante la determinación del tipo de material particulado al que se encuentran expuestos los trabajadores de servicio técnico, los análisis de laboratorio arrojaron como resultado que existen agentes químicos peligrosos para la salud de los trabajadores, se mencionan a los siguientes: silicio en un 59,8%, plomo 40,1% y mercurio en un 0,001%, materiales considerados cancerígenos y letales, en

algunos casos, de acuerdo a los niveles de exposición del trabajador, lo que demuestra la celeridad de adquirir una enfermedad laboral al corto y mediano plazo si no se toman los correctivos necesarios y acordes para la prevención.

Mediante el resultado de datos obtenidos desde las mediciones, análisis de laboratorio y encuestas al personal, se desarrolla una alternativa factible que permita mitigar el riesgo de acuerdo a la jerarquía de gestión, en este caso tendrá un enfoque de actuación en el medio, basándose en automatismos de control de fácil acceso y bajo costo, acoplándose a las necesidades tanto del proceso de limpieza de filtros de aire como la ergonomía del trabajador.

Mediante la encuesta realizada a los trabajadores, existe la presunción de que haya afecciones respiratorias, específicamente en el personal que lleva desempeñándose en el puesto de trabajo por varios años. Como medida correctiva se les ha dotado de equipo de protección personal y han recibido capacitaciones inherentes al tema. Pese a lo manifestado, se observa que el equipo de protección personal, no cumple con las especificaciones mínimas para su uso, causando que la persona se sienta incomodidad y falta de uso. Por lo que una vez más se evidencia que el control del riesgo se encuentra mal enfocado y debe buscarse alternativas en la fuente o el medio de propagación.

5.2. Recomendaciones

Como medida emergente para la mitigación de los agentes químicos peligrosos existentes en el área de servicio técnico, se recomienda la correcta elección y dotación del equipo de protección personal que se ajuste a las verdaderas necesidades de la operación, mientras se prepara y pone en marcha una alternativa basada en automatismos de control para la mitigación del riesgo químico en mención.

El presente estudio debe ser la pauta inicial para desarrollar un programa de prevención enfocado a la salud de los trabajadores, que contenga exámenes periódicos, con el objeto de investigar el grado de afectación que ha tenido el nivel

de dosis de material particulado en los colaboradores y de esta manera ser efectivos en precautelar su salud.

Se debe fomentar el “autocuidado” en los trabajadores mediante entrenamientos y adiestramientos, es decir, que el colaborador esté consciente de su misión dentro de la institución y del riesgo al que se enfrenta en su puesto de trabajo, así como el cuidado mutuo ente compañeros de trabajo, para precautelar su seguridad y evitar la aparición de accidentes y enfermedades laborales.

Tomando en cuenta comentarios de los trabajadores, es recomendable realizar el proceso de limpieza de filtros de manera eficiente, adecuada y segura, es decir, el desarrollo de una alternativa de control automatizada que permita que el material particulado sea encapsulado o confinado en una cámara de absorción que no permita la contaminación del ambiente de trabajo y de los demás procesos de servicio técnico, lo que implica un cambio de la metodología de trabajo, que reduce tiempos, movimientos innecesarios que afectan no sólo a la salud sino a la productividad.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Tema

“Diseño, construcción e implementación de una máquina limpiadora de filtros de aire para la empresa Teojama Comercial S.A. de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua”

6.2. Datos Generales del Proyecto

Tabla N° 25. Datos informativos

Institución ejecutora	Universidad Técnica de Ambato – Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental Cohorte 2014
Beneficiarios	El personal de la empresa Teojama Comercial S.A. y sus clientes
Ubicación	Teojama Comercial S.A. – sucursal Ambato ubicado en la Av. Bolivariana y Thales de Mileto
Equipo técnico responsable	Investigadora y Tutor
Plazo de Ejecución	3 meses, de acuerdo al cronograma adjunto
Sector y tipo de proyecto	Sector: Área de Diseño Tipo: Estudio e implementación
Costo	USD 2.000,00 de acuerdo a presupuesto adjunto

Elaborado por: Investigadora

6.3. Antecedentes de la Propuesta

El factor de riesgo químico tiene una incidencia directa sobre las actividades laborales y la salud de los trabajadores que ejecutan el proceso de limpieza de filtros de aire. Tomando en cuenta que la afectación es directa sobre el puesto de trabajo, en una primera instancia produce disconfort en las actividades laborales que ejecutan los trabajadores, y cuando el precitado factor de riesgo sobrepasa los

límites permisibles puede acarrear la aparición de enfermedades de tipo profesional, debido a los agentes químicos peligrosos que se encuentran presente como son, el plomo, carbón orgánico y silicio, mismos que por su exposición continuada pueden causar enfermedades profesionales.

Con la finalidad de determinar si los valores del factor del riesgo químico, se encuentra fuera o dentro de los límites permisibles se realizaron mediciones a través de instrumentos especializados y la aplicación de metodologías de reconocimiento internacional, para que los valores obtenidos sean contrastados con los límites permisibles establecidos. Como resultado de la medición, se pudo evidenciar que el trabajador se encuentra expuesto por sobre el valor límite permisible, lo que indica claramente que deben tomarse acciones inmediatas de mitigación, adicionales a las que ya se encuentran tomadas como medidas correctivas, como es la dotación de equipo de protección personal siendo éste un mal enfoque, ya que se debe plantear soluciones desde la fuente - medio y en última instancia el receptor.

También se puede mencionar como antecedente que se procedió a recoger una muestra inicial compuesta del material particulado depositado en el piso, luego de ser realizada la actividad; con esta muestra se determinó que existe silicio (silicatos conocidos como polvo), carbono natural y entre los metales pesados, partículas de plomo. El plomo se encuentra presente porque el filtro de aire trabaja recogiendo todo el material particulado que se encuentra en el ambiente sumado a la combustión del motor del vehículo, que se da por la gasolina.

Dentro de la búsqueda de la mejor alternativa de solución, nace la idea de crear una máquina que sustituya la actividad realizada manualmente por el personal de servicio técnico, de tal manera que se elimine el riesgo, de acuerdo a la jerarquización del riesgo y mejore la productividad. El proyecto consiste en el diseño mecánico de una máquina limpiadora de filtros en confinamiento de funcionamiento automatizado, con el objetivo de que se gestione la actividad de forma adecuada, segura y eficiente. Logrando de esta manera, desarrollar un adecuado control en el medio, siguiendo adecuadamente la jerarquía de gestión (fuente, medio y receptor).

6.4. Justificación

El proyecto de diseño, construcción e implementación de la máquina limpiadora de filtros es de **interés** para la empresa Teojama Comercial S.A., debido a que la empresa se encuentra comprometida con sus trabajadores a preservar la salud y el bienestar en los ambientes de trabajo, de tal manera, que la inversión y puesta en marcha de dicho proyecto se ha enfocado como prioridad fundamental a implementarse dentro de sus procesos.

Existe la **factibilidad** para realizar el proyecto, porque se dispone de los conocimientos necesarios en las áreas concernientes al diseño, construcción e implementación de la maquina limpiadora de filtros.

La propuesta permite contar con una **solución viable** que contribuye a mantener el estado de salud de los trabajadores en condiciones adecuadas, y reducir la posibilidad de que la organización pueda enfrentar proceso administrativos iniciados por los entes de control del país.

El presente proyecto de investigación **aporta** significativamente al mejoramiento de procesos dentro de la organización, mejora los tiempos de ciclo para entrega del producto final, evita la fatiga del trabajador así como la carga laboral pesada que caracteriza a este tipo de industria y finalmente crea ambientes confortables para desarrollar las actividades de la operación.

6.5. Objetivos de la propuesta

6.5.1. Objetivo general de la propuesta

Reducir los efectos negativos en la salud de los trabajadores de servicio técnico por la exposición a material particulado del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., mediante la construcción de una máquina limpiadora de filtros de aire.

6.5.2. Objetivos específicos de la propuesta

- Diseñar la máquina limpiadora de filtros de aire, recogiendo los requerimientos del personal y del proceso, con la utilización de materiales reciclados existentes en la empresa y otros materiales locales.

- Construir la máquina limpiadora de filtros de aire, acorde a los requerimientos del personal y del proceso, así como a la operación global de servicio técnico.
- Establecer un procedimiento del funcionamiento y mantenimiento de la máquina limpiadora de filtros para conocimiento del personal y su óptimo desempeño.

6.6. Fundamentación Legal

La propuesta se fundamenta en el Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo “Cuando las concentraciones de uno o varios contaminantes en la atmósfera laboral superen los límites establecidos por el Comité Interinstitucional, se aplicarán los métodos generales de control que se especifican, actuando preferentemente sobre la fuente de emisión”. (Artículo 65).

6.7. Análisis de Factibilidad

La presente investigación es factible su ejecución, ya que dispone de recursos humanos, tecnológicos, organizacionales y económicos necesarios, para ejecutar las diferentes acciones establecidas en la documentación técnica levantada. Además se basa en los diferentes puntos de factibilidad detallados a continuación:

6.7.1. Económico

La propuesta es económicamente factible debido a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos planteados anteriormente, es decir, es posible cumplir todas las actividades de diseño, construcción e implementación tomando en cuenta que los recursos son fondos propios de la Investigadora del presente trabajo y de la empresa Teojama Comercial S.A.

6.7.2. Tecnológico

La propuesta es factible, desde el punto de vista tecnológico ya que para la misma se ha partido de las mediciones realizadas a través de instrumentos especializados y la aplicación de metodologías reconocidas.

6.7.3. Organizacional

La propuesta es viable, puesto que existe el compromiso por parte del nivel directivo de la empresa Teojama Comercial S.A., para garantizar a los trabajadores ambientes sanos y seguros de trabajo.

6.7.4. Social

La factibilidad de la propuesta planteada desde el punto de vista social, permite desarrollar las actividades de trabajo en ambientes sanos y seguros, garantizando a los trabajadores que la probabilidad de sufrir una enfermedad profesional sea mínima, originada por la exposición a agentes químicos (material particulado), así como para la organización el cumplir con el marco normativo en materia de seguridad y salud ocupacional, incrementando de sobremanera la imagen organizacional de compromiso social con la comunidad.

6.8. Análisis de costos

Dado que el proyecto de la máquina de limpieza de filtros de aire, es viable y factible efectuarlo, se establecen los costos necesarios para la compra de materiales, los ensayos y pruebas del sistema automatizado, suministros de oficina e impresiones, así como la capacitación al personal que va a desarrollar dicho proceso.

Por otra parte, se toma en cuenta que una vez, construida la máquina, es necesario contar con una persona operativa del manejo de la máquina, para cuadrar los tiempos generados en el proceso, además del analista para la ejecución de tiempos y movimientos.

En cuanto se posea la estandarización del proceso, se debe capacitar a los involucrados, en este caso todos los trabajadores del área de servicio técnico.

En la Tabla N° 26, se detallan los costos necesarios para la implementación:

Tabla N° 26. Costos de Implementación

Costos de implementación		
	Valor unitario	Valor Total
Diseño		
- Instalación de softwares (5)	25	125
Materiales		
- Estructura metálica	400	400
- Electrónicos, eléctricos e hidráulicos	500	500
Ensayos y pruebas del sistema automatizado		
- Tiempo de operario (8 horas)	50	50
- Tiempo del analista del proceso (8 horas)	100	100
Suministros de oficina e impresiones	300	300
Capacitación al personal (8)	50	400
	Subtotal	1750
	Imprevistos (10%)	175
	Valor total	1925

Elaborado por: Investigadora

6.9. Plan de Implementación

Inicialmente se elabora un plan de implementación, que incorpora todos los aspectos y estrategias que determinan paso a paso la consecución del objetivo como tal. En la Tabla N° 27 se encuentra un detalle de lo expuesto.

Tabla N° 27. Cronograma de implementación

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO																	
N°	ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	SEMANA												RESPONSABLE	RECURSOS	DEPARTAMENTO
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Diseño de la estructura metálica para la máquina limpiadora de filtros	Cálculos de diseño y resistencia de materiales	C	C											JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Selección de materiales a utilizar	C	C											INVESTIGADORA	ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Aplicar software AutoCAD para realizar el diseño estructural	C	C											JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
2	Diseño electrónico para la automatización de la máquina limpiadora de filtros	Selección de materiales a utilizar	C	C										JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO	
		Aplicar software ARDUINO para la automatización de la máquina limpiadora de filtros	C	C											JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
3	Diseño eléctrico de la máquina limpiadora de filtros	Selección de materiales a utilizar			C	C								JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO	
		Apicar programa VISIO para el diseño del diagrama eléctrico			C	C									JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
4	Fabricación de la estructura metálica	Cortar los tubos seleccionados			C	C	C	C							INVESTIGADORA	ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Soldar la estructura			C	C	C	C							JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Colocar forros a la estructura metálica			C	C	C	C							JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Cortar el galvalumen para formar el cono superior			C	C	C	C							JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		soldar costura perdida en el cono			C	C	C	C							JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Pintar toda la estructura metálica			C	C	C	C							JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
		Ajuste del tornillo sin fin con el motor paso a paso			C	C	C	C							JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO
5	Ensamble de componentes eléctricos y electrónicos en la caja de control	Colocar los elementos de los sistemas en la caja de control							C					JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO	
6	Implementación del servicio automatizado de la limpieza de filtros de aire	Realizar ensayos de calibración de la máquina								C	C			JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO	
7	Levantamiento de resultados										C	C	C	JEFE DE TALLER / INVESTIGADORA	HUMANO / ECONÓMICO	SERVICIO TÉCNICO	

	CUMPLIDAS
	INCUMPLIDAS
	PLANIFICADAS
	RE PLANIFICADAS


Elaborado por: Investigadora

6.9.1. Diseño de la estructura metálica

En este apartado se realiza el diseño, cálculo y optimización de los recursos para obtener las directrices necesarias mediante el software gratuito MDSOLIDS, que sirve para explicar la resistencia y selección de materiales utilizados en la construcción de diseños de ingeniería mecánica.

Se parte inicialmente con el cálculo del tamaño del cilindro cónico, se toman medidas de todos los filtros de las series 300, 500 y 700 respectivamente, tanto primarios como secundarios. El volumen del cilindro cónico depende del tamaño de los filtros y de la inclinación que se le quiera otorgar, para que el material particulado, se desplace con facilidad por el conducto de absorción.

Tabla N° 28. Dimensiones de los filtros de aire

Modelo	Tipo	Dimensiones		Ayuda Visual
		Alto	Diámetro	
Serie 300	Único	270	240	
Serie 500	Principal	450	240	
	Secundario	430	110	
Serie 700	Principal	420	340	
	Secundario	360	180	

Fuente: (TEOJAMA COMERCIAL, 2018)

Elaborado por: Investigadora

Se calculan las dimensiones que debe tener el cilindro cónico, se aplica en el software un radio de 50cm, un espesor de 3 mm que son constantes por las medidas obtenidas en los filtros de aire. Posteriormente, se consulta la depresión que se va a generar dentro del cilindro cónico por la aspiradora, de acuerdo a lo que indica las características técnicas es de 2,83 psi en su mejor eficiencia, a esto debe sumarse la presión de aire que va a ingresar por la conexión externa que es de 3 psi. Luego se escoge el tipo de metal a ser utilizado para la cubierta del cilindro cónico, se escoge el acero ASTM A 653 que equivale en el software el a 18-8 CR Steel – Stainless, dato calculado automáticamente por el software. Finalmente se ubica la inclinación de que va a tener el cilindro que es de 10 grados.

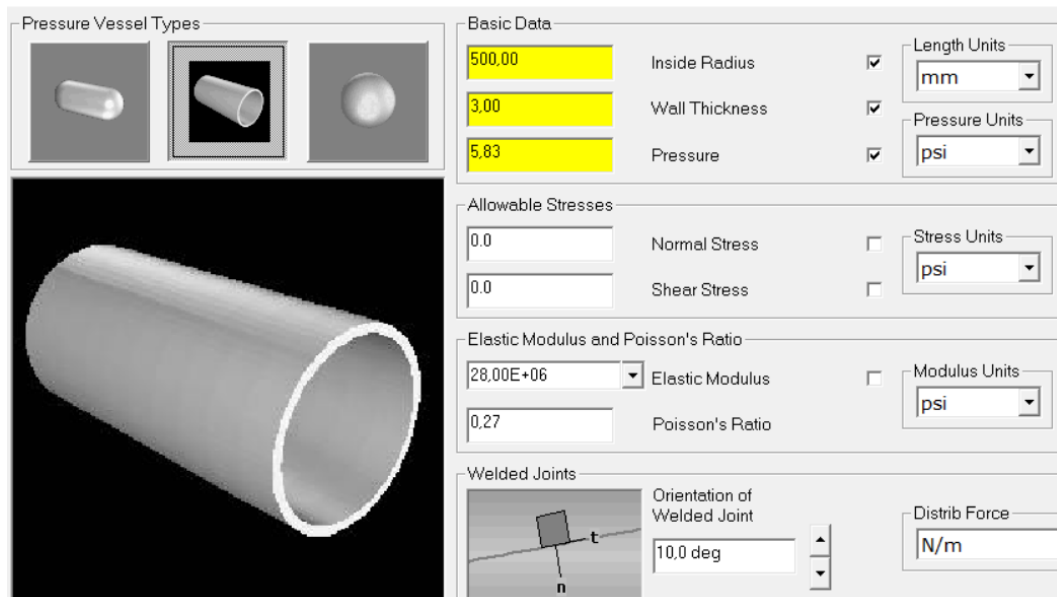


Gráfico N° 35. Depresión del cilindro cónico
Fuente: Software MDSOLIDS

El cilindro cónico debe apoyarse en una bancada para ganar una altura adecuada que permita que el trabajador no realice la tarea en una posición forzada, de acuerdo al promedio realizado en las estaturas de los trabajadores, se requiere que la bancada tenga una altura de 90 cm. En cuanto al apoyo y material que debe utilizarse para la construcción de la bancada, es necesario efectuar un estudio de cargas a la viga lateral de la estructura que sirve de soporte, ingresando los datos de la viga que mide 800mm de longitud, y los soportes izquierdo y derecho a 20mm de los extremos, se puede calcular la cantidad de cargas repartidas en el software MDSOLIDS, y se obtienen los siguientes diagramas de esfuerzo del material.

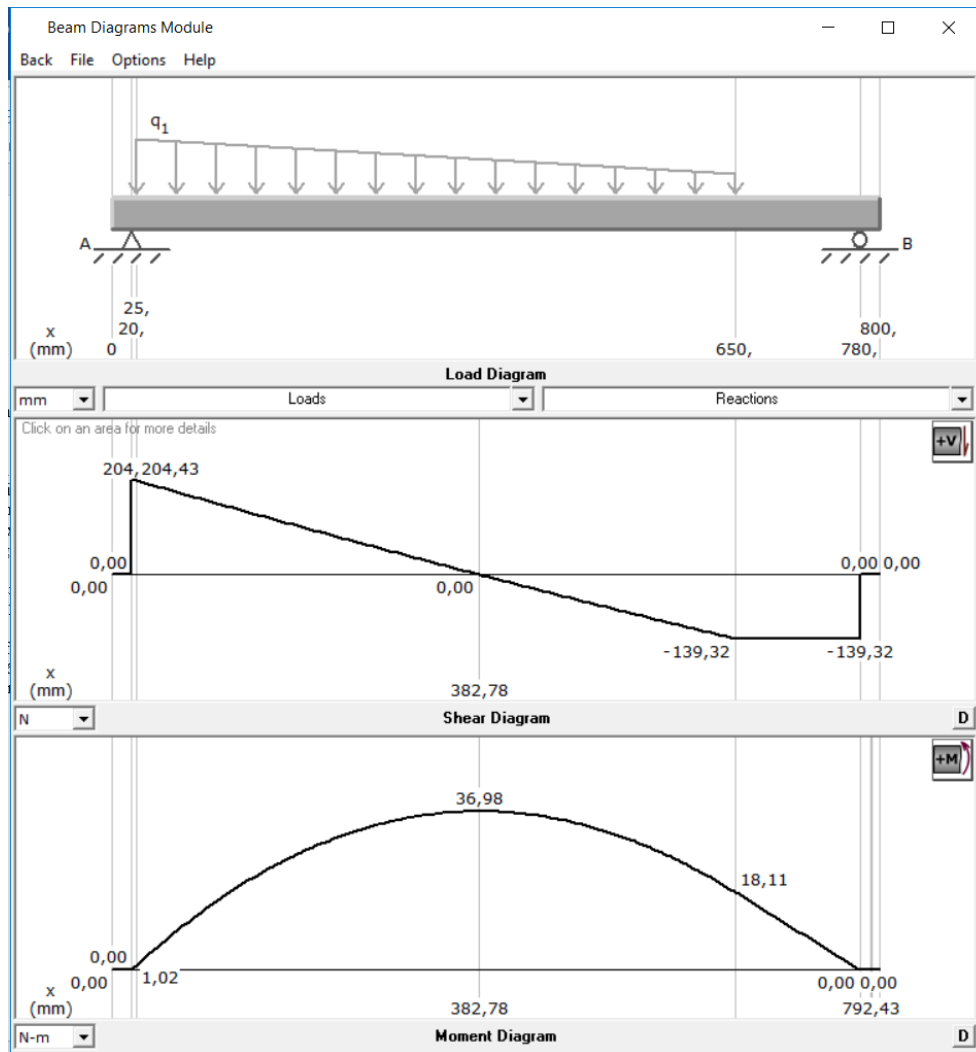


Gráfico N° 36. Diagrama de momento
Fuente: Software MDSOLIDS

Como se puede evidenciar en el Gráfico anterior, el soporte A de la viga, se encuentra localizado a 20mm y el soporte B a 780mm, luego se aplican cargas repartidas en el espacio, dónde se coloca el cilindro cónico que aplica una fuerza de 650Nm, siendo el lado izquierdo el que mayor peso soporta. Se observa en la segunda parte una reacción positiva de 204.204,43 y una reacción negativa de -139,32, lo que significa es que la viga se encuentra dentro de los parámetros porque empezaría a flexionarse, cuando se aplique una fuerza a partir de 382,78Nm, además el soporte del cilindro cónico dispone de dos vigas, lo que duplica la capacidad de carga. En la tercera parte se observa el diagrama de momentos, el cual indica un momento de flexión positivo máximo de 36,98Nm sobre la línea de

flexión, que demuestra que existe un coeficiente de seguridad alto, por lo tanto, el material no cederá ante el trabajo que se va a realizar.

En el Anexo VII, se puede observar el plano diseñado con las medidas establecidas de acuerdo a las diferentes necesidades del proceso y del personal.

6.9.2. Diseño del control electrónico

En esta etapa del proyecto se toma en cuenta los costos que sean accesibles para la empresa y la facilidad de los elementos para aplicarlos. En la búsqueda de los mejores criterios se utiliza un controlador de procesos que es una tarjeta mega arduino 2560 ya que posee múltiples salidas y entradas, además es muy versátil para establecer comunicaciones.

Luego se define la utilización de una controladora 298N para el manejo de motores paso a paso. Se vio necesario definir la interfaz HMI por lo tanto, se construye una tarjeta con sus respectivos pulsadores, con el objeto de controlar los diferentes procesos.

Al contar con un sistema de voltaje de fuerza 110V para la aspiradora, se utiliza módulos de relay de 5vdc a 110v 10 amperios. Utilizando el software FRITZING, se realiza el diagrama esquemático electrónico.

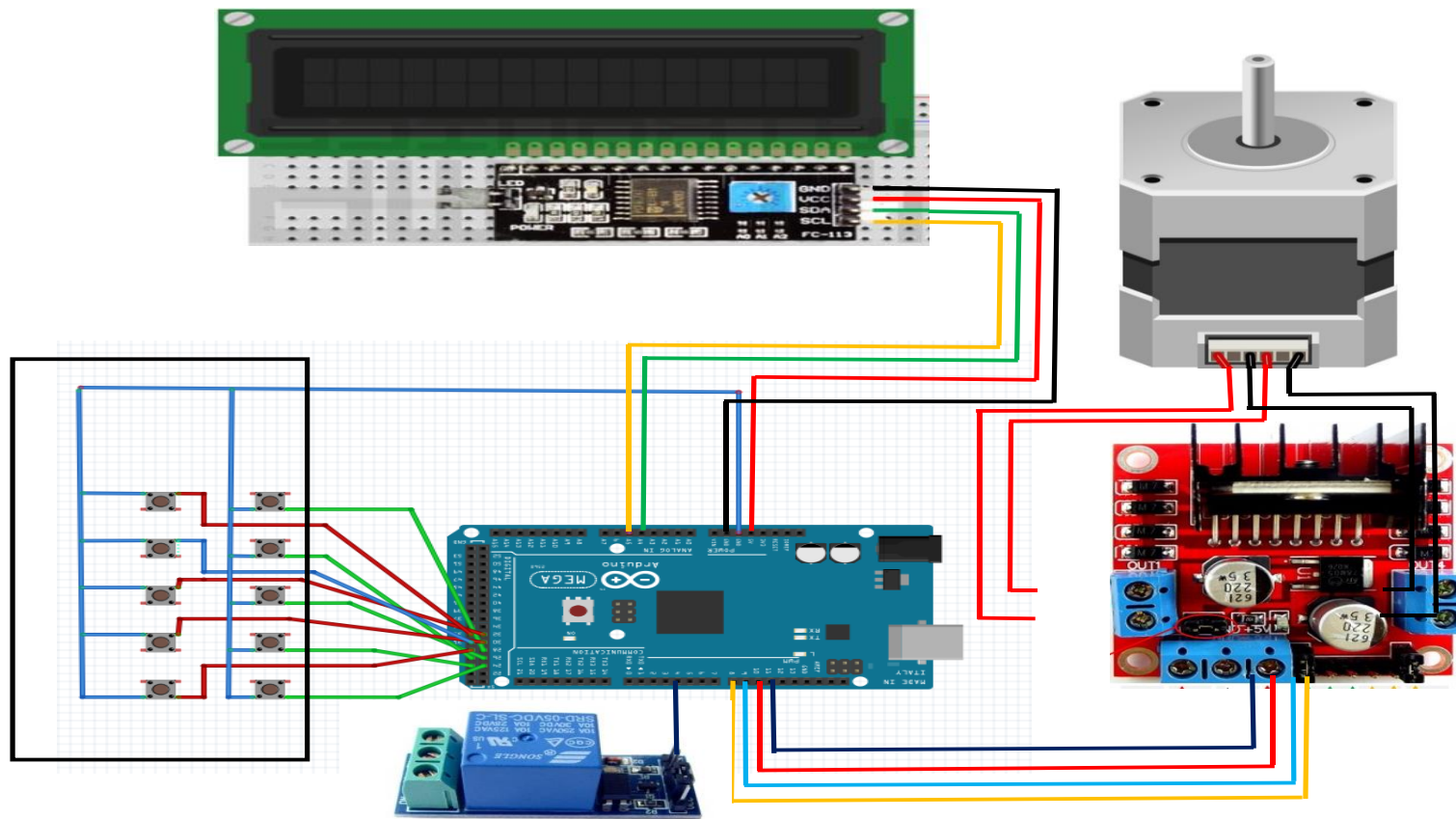


Gráfico N° 37. Diagrama electrónico
Fuente: Software Fritzing
Elaborado por: Investigadora

6.9.3. Diseño del control eléctrico

En el diseño eléctrico se toma en cuenta una alimentación de 110V con su respectiva llave de seguridad y un botón de parada de emergencia, que desconecta toda la energía eléctrica de la máquina. Además, esto controla una fuente de 110V a 12V DC, 5V DC.

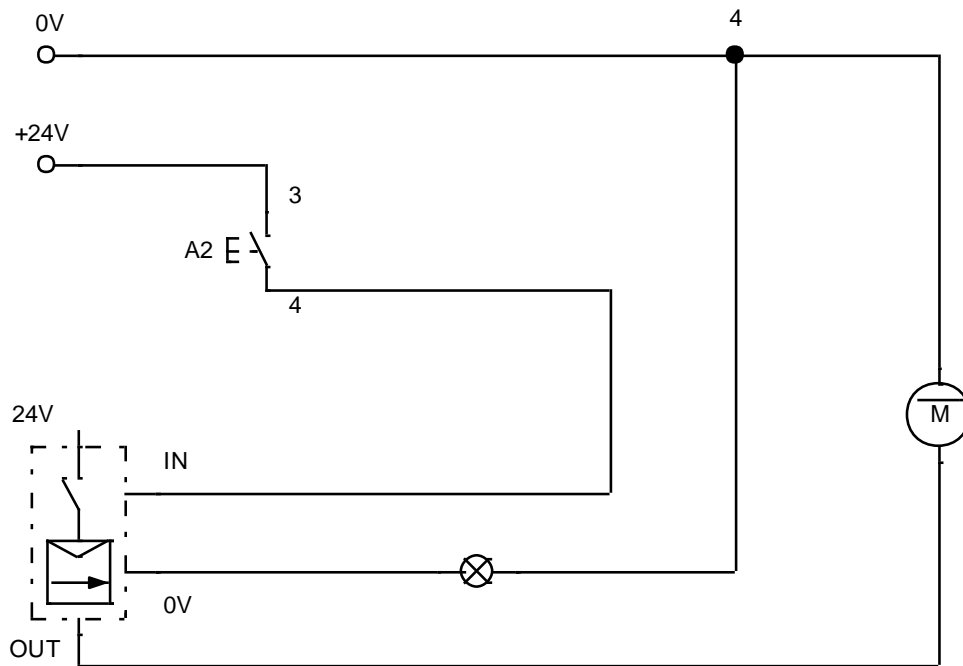


Gráfico N° 38. Esquema eléctrico

Fuente: Software Lader

Elaborado por: Investigadora

6.9.4. Materiales y recursos utilizados

En la Tabla N° 29, se detallan los materiales para elaborar la estructura metálica, la cual cumple la función de contener y proteger a los elementos constitutivos de la máquina. En dicha estructura metálica, se colocan una aspiradora industrial, un motor paso a paso conectado a un eje sin fin que incorpora una tuerca desplazable con una línea de aire comprimido.









Tabla N° 29. Descripción de materiales para la estructura metálica

Materiales para la estructura metálica		
Descripción	Especificación Técnica	Ayuda Visual
8500 mm Tubo cuadrado de hierro negro 30x30x1.5mm	Largo normal: 6m Recubrimiento: Negro o galvanizado Norma de fabricación: ASTM A 500 Peso: 8.34 Kg/6m	
3 Planchas galvanizadas	Recubrimiento: Galvanizado Dimensiones: 1,220x2,440 mm Espesores: 0.3 – 1.5 mm Calidad: ASTM A 653 CS	
2 Bisagras torneadas de ½ ‘‘ de tres cuerpos	Calidad: 16 Dimensiones: 74mm x 74mm	
3 lbs. De Electrodo de soldadura 6011	Nombre: Indura E-6011(230-S)1/8 Amperaje: 80 – 120 amp Penetración: Alta Tipo de corriente: CA, CC (+) Espesor a soldar: 2.0 a 4.0 mm Remoción de escoria: Normal Apariencia del depósito: Rugosa	
Remaches 3/16 x 1 ‘‘	Dimensiones: (4,76 x 12,7 mm) Profundidad: 1.27 mm Espesor: 3 mm Material: Aluminio Color: Aluminio Modelo: Ad68bs100	
500 mm de acero de transmisión SAE 1018 de 13 mm	Descripción: Elaboración de pernos y tuercas, piezas de máquinas pequeñas, bujes, pasadores, grapas. Denominación: 13 mm Peso: 1KG /m Longitud: 6m Calidad: SAE 1018	
1 galón de pintura esmalte color negro	Presentación: 3,75 Lt Rendimiento real promedio: 18 m2 Uso: esmalte para la protección de metal y madera Acabado: Blanco brillante	
2 litros de diluyente tipo laca	Presentación: 3,75 Lts Uso: para preparar la pintura para su aplicación, para diluir lacas de nitrocelulosa	

Elaborado por: Investigadora

En la Tabla N° 30, se aprecian los materiales electrónicos, que sirven para incorporar el control automático diseñado en el programado “Arduino”. En la Tabla N° 31, se detallan los materiales necesarios para realizar las instalaciones y dispositivos eléctricos para el circuito de potencia.

Tabla N° 30. Descripción de materiales electrónicos

Materiales Electrónicos		
Descripción	Especificación Técnica	Ayuda Visual
Fuente de 110V AC salida de 12V DC, 5V DC y 3.3 V DC	Alto: 0.09 Mts Ancho: 0.16 Mts Profundidad: 0.22 Mts Peso: 1.30 Kgs	
Mega Arduino 2560	Microcontrolador ATmega2560 Tensión de trabajo 5V Tensión de entrada 7-12V Tensión de entrada 6-20V Pines Digitales I/O 54 Pines de entradas Analógicas 16	
Controlador de motores L298N arduino	Controlador: Integrado L298/ Doble Punte H Interfaz de potencia: 7V~46V Corriente máxima: 2A por canal Voltaje de control: 5V Corriente de control: 36mA Potencia de salida: 25W Temperatura de operación: -20°C~+135°C	
Motor paso a paso Nema 17	Tamaño: 42.3×48mm, Peso: 350 gramos (13 oz) Diámetro del eje: 5 mm "D" Longitud del eje: 25 mm Pasos por vuelta: 200 (1,8°/paso)	
	Voltaje máximo: 300 Vca Corriente máxima: 15 A Potencia: 4500 W	
Pantalla LCD para mega arduino	Módulo PCB tamaño de la placa: 78x60mm Tamaño de la pantalla LCD: 65x16mm Capacidad de visualización: 16x2 caracteres Voltaje de funcionamiento del Chip: 4,5-5.5 V	
Tarjeta módulos de relay normalmente abiertos.	Material: Tarjeta PCB Color: Azul Tamaño (LxAxA): Aprox. 43x17x18.5mm / 1.70x0.67x0.73 pulgadas.	
Cables # 18 flexible para control 12V	Formación: 7 x 0,254 Diámetro: 2,69 mm Peso: 13,8 kg/km Amperaje: 35 A	

Elaborado por: Investigadora






Tabla N° 31. Descripción de materiales eléctricos

Materiales eléctricos		
Descripción	Características Técnicas	Ayuda Visual
Cables # 14 para circuito de control 110V	Formación: 16 x 0,254 Diámetro: 2,69 mm Peso: 13,8 kg/km Amperaje: -	
Swicht con llave 110v		
Luz LED piloto verde 110v		
Botonera de paro de emergencia		
Breaker 30 A	Corriente: 30 A Voltaje nominal de entrada: 120V CA	
Espagueti para cables	Cable Termaflex 105°C, 600V, en color negro, calibre o sección transversal en mm ² del conductor.	
Caja plástica de control 20 x 20 x 15		
Enchufe industrial para 110v		
Motor de aspiradora industrial 110v 1200w		

Elaborado por: Investigadora

A continuación, en la Tabla N° 32 se encuentran los softwares utilizados para el presente proyecto.



Tabla N° 32. Softwares utilizados

Softwares Utilizados	
AUTOCAD	
FRITZING	
ARDUINO	
SOLIDWORKS	
MDSOLIDS	



Elaborado por: Investigadora

6.9.5. Ensamble de la estructura metálica

Para el ensamble de la estructura mecánica se siguen los siguientes pasos:

Descripción	Ayuda visual
Seleccionar los tubos rectangulares y redondos reciclados existentes en la empresa.	
Se procede con el corte de los tubos rectangulares y redondos de acuerdo a las medidas del diseño.	

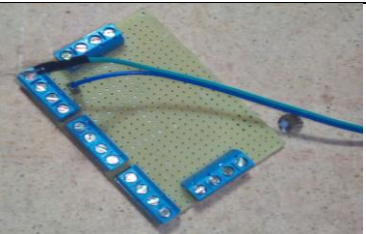
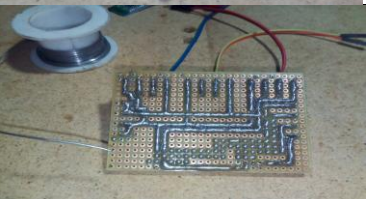
Descripción	Ayuda visual
<p>Se sueldan todos los tubos de acuerdo al plano diseñado.</p>	
<p>Se colocan con remaches las planchas de galvanen que sirven como forros y puertas.</p>	
<p>Se procede con el corte en galvanen para la fabricación del cono.</p>	
<p>Soldar el cono con costura perdida, formar la puerta y la base del cono.</p>	 

Descripción	Ayuda visual
Se procede con el pintado de la estructura utilizando pintura anticorrosiva color negro	
Una vez seca la estructura se coloca en el centro de la base del cono el tornillo sinfín anclado al motor paso a paso.	

Elaborado por: Investigadora

6.9.6. Ensamble de la estructura electrónica

Para el ensamble de la estructura electrónica se siguen los siguientes pasos:

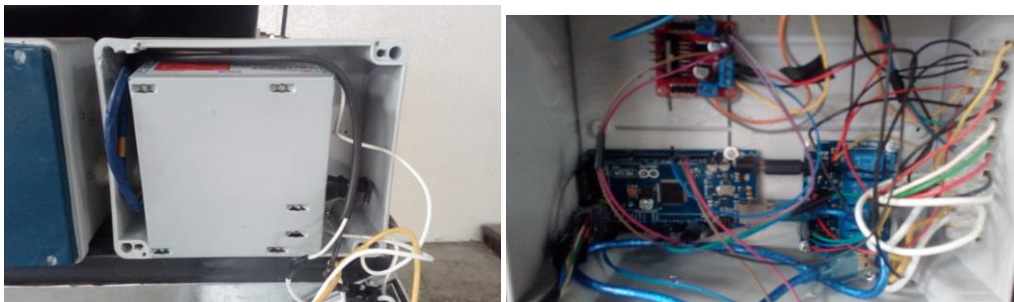
Ensamble de tablero electrónico	
	Soldadura de pulsadores en la placa de baquelita.
	Soldadura de la parte posterior de la placa según el diagrama.

Ensamble de tablero electrónico	
	Soldadura de cables de conexión con las entrada de Arduino
	Armado la caja de control electrónico
	Fabricar las conexiones de salida de los relés.
	Finalmente, se procede al diseño e impresión y colocación del adhesivo de control sobre la caja.

Elaborado por: Investigadora

6.9.7. Ensamble de la estructura eléctrica

Colocar la fuente en la caja plástica de 20 x 20 x 15. Perforar la tapa y colocar la llave de control. Perforar en la caja para colocar el botón de parada de emergencia. Fabricar las conexiones respectivas del diseño diagramado. Acoplar los cables respectivos a la caja electrónica. A continuación se muestran los resultados del ensamble.



6.9.8. Programación en el controlador Mega Arduino

El programa Arduino consta de tres partes que son: definición de variables, el bloque de configuraciones “voice setup”, dónde se definen los pines del Arduino para funcionar como entradas o salidas, también se definen si son salidas analógicas o digitales. El bloque de ejecución del programa determinado “void loop ()”, dónde se establecen las rutinas ejecutables y se utilizan funciones como la toma de decisiones, plazos repetitivos o múltiples condicionales. Se pueden utilizar funciones de lenguaje como C++.

Tomando los pines de entrada y de salida definidos en el diseño, se señalan las variables a emplearse, se toman en cuenta variables enteras. En el procedimiento voice setup, en base al diseño se definen que pines son de entrada y que pines son de salida, y además, se establece la comunicación a la pantalla LCD.

Se procede en el “void loop ()” a definir las rutinas de los diferentes tipos de limpieza de los diferentes tipos de filtros, de acuerdo a lo establecido en el diseño operativo.

6.10. Presentación de la máquina limpiadora de filtros de aire

La máquina limpiadora de filtros de aire de vehículos Hino de las series 300, 500 y 700, diseñada y construida para la empresa Teojama Comercial S.A., le permite al trabajador no inhalar el material particulado ya que su sistema permite que el contaminante se almacene de forma segura en una bolsa de tela ayudado de un potente motor aspirador. El aire comprimido que utiliza la máquina, se encarga de limpiar el filtro de adentro hacia afuera, ayudado de un tornillo sinfín, que no permite que se malogre el filtro.

Los filtros se limpian en un tiempo aproximado de dos minutos, ahorrando en varios aspectos a la operación, pero significativamente a precautelar la salud de los colaboradores. Posee un tablero de control que cuenta con rutinas definidas para cada filtro de acuerdo a la serie correspondiente, mediante la pantalla se puede verificar el avance de la limpieza del filtro, por lo tanto la tapa de ingreso del filtro





no se abrirá mientras no culmine el proceso, evitando de esta manera que existan riesgos de atrapamiento.






La máquina limpiadora de filtros es versátil en cuanto a cambios de tamaño de filtros ya que posee internamente unos resortes que se ajustan a las necesidades de la operación. A continuación se muestran fotografías de la maquina mencionada.




6.11.Procedimiento de Funcionamiento de la máquina limpiadora de filtros

En la siguiente tabla se presenta el detalle del funcionamiento de la máquina limpiadora de filtros:

No.	Descripción	Ayuda Visual
1	Retirar el filtro de aire del depurador del vehículo, tomando en cuenta el uso del equipo de protección personal (gafas y guantes).	
2	Revisar la instalación eléctrica y el ingreso de aire comprimido.	
3	Encender la máquina limpiadora de filtros accionando el botón verde de la caja de control.	
4	Abrir la tapa de la máquina limpiadora de filtros e ingresar el filtro de aire a ser limpiado.	

No.	Descripción	Ayuda Visual
5	Cerrar la tapa de la máquina limpiadora de filtros ajustando con el seguro expuesto en la parte exterior.	
6	Oprimir el botón correspondiente de acuerdo al tipo de filtro.	
7	Verificar el progreso de la limpieza del filtro de aire hasta cuando la máquina limpiadora de filtros envíe el mensaje “FINALIZADA”	
8	Proceder a abrir la tapa de la maquina limpiadora de filtros, una vez finalizada la operación. Verificar visualmente que no se encuentren residuos de material particulado en el filtro de aire del vehículo.	
9	Colocar el filtro de aire en el depurador del vehículo.	

No.	Descripción	Ayuda Visual
10	Realizar la limpieza de la máquina limpiadora de filtros semanalmente, abriendo las compuertas de la parte baja de la misma y retirando la bolsa del polvo y colocando una nueva.	

Para asegurar el óptimo funcionamiento de la máquina limpiadora de filtros de aire se propone la adopción de un programa de mantenimiento preventivo, que consiste en la ejecución de tareas lubricación, limpieza de los elementos de la máquina, revisión y sustitución de partes deterioradas, conforma la información que se muestra en el Anexo VIII del presente documento.

6.12. Resultados Esperados

A continuación, se describen todos los aspectos mejorados con la máquina limpiadora de filtros:

Tabla N° 33. Resultados Esperados

No.	Aspecto	Situación actual	Propuesta
1	Riesgo de tarea. El proceso de limpieza de filtros de aire consta de 10 tareas, de entre las que cinco conllevan un contacto directo del material particulado con los trabajadores, cuya fuente se genera en la aplicación de aire comprimido.	Las medidas preventivas de seguridad implantadas para la actividad no se cumplen en un 100%, el trabajador regularmente omite las medidas de prevención, ocasionando un daño silencioso en la salud. Al considerarse que la limpieza de filtros de aire es una actividad que genera suciedad, se le ha confinado fuera de la zona de operación productiva, por lo que la actividad puede llegar a triplicar su duración	Se incorpora una máquina limpiadora de filtros de aire, que posee filtros de las series 300, 500 y 700 dimensionados para la necesidad específica del taller de Teojama Comercial, que está diseñada para limpiar de manera eficiente y segura los filtros de aire. Se reformula el procedimiento de la limpieza de filtros de aire, con base en las características de la

No.	Aspecto	Situación actual	Propuesta
		habitual, generándose tiempos muertos al transportar el filtro de aire a la zona de limpieza.	máquina implementada. De modo que los trabajadores adoptan buenas prácticas de higiene para la prevención del contacto con el material particulado.
2	Evaluación de riesgos por el Método Simplificado de Riesgos del Trabajo, según la NTP 330. La evaluación se realizó mediante una matriz de riesgos.	Se evaluaron riesgos de tipo físico, químico, mecánico y ergonómico. En el caso de los riesgos químicos corresponde a polvo inorgánico de origen mineral o metálico, que se presenta como material particulado en el ambiente de trabajo. El nivel de intervención requerido para el riesgo químico es de tipo II, que sugiere “corregir y adoptar medidas de control”, dado que el NR es de 500 (ver Anexo I). De igual manera, para el riesgo ergonómico el NR es de 300.	El nivel de intervención requerido para el riesgo químico es de tipo III, que sugiere “mejorar si es posible, en caso de justificarse la intervención”, en virtud de que se ha disminuido el NE a 1, con lo cual el NR es de 50. El nivel de riesgo ergonómico desaparece, en virtud de que se ha disminuido el ND a 0. (Ver Anexo IX).
3	Evaluación del riesgo químico. Medición de las dosis de exposición al material particulado con el equipo MET ONE Aerocet 831 (calibrado)	Se identificó la presencia de metales como: silicio en un 59,8%, plomo en un 40,1% y mercurio en 0,01%. Además, elementos no metálicos como: carbono orgánico y nitrógeno. Las dosis obtenidas correspondieron a 16,58 para filtros de la serie 300; 28,91 para la serie 500 y 29,37 para la serie 700. Dichos valores EXCEDEN las dosis máximas permisibles (1), establecidas por la Norma UNE 17330 -1. Calidad ambiental en interiores.	Las dosis obtenidas NO EXCEDEN las dosis máximas permisibles, de la Norma UNE 17330 -1. Calidad ambiental en interiores.


Realizado por: Investigadora

6.13. Bibliografía



- Aguilar Franco, J., Bernaola Alonso, M., Galvez Perez, V., Rams , P., Sanchez Cobo, M. T., Sousa Rodríguez, M. E., . . . Tejedor Traspaderne, J. (2010). Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo .
- Arellano Díaz, J., & Rodriguez Cabrera, R. (2013). Salud en el trabajo y seguridad industrial. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Arellano Díaz, J., & Rodríguez Cabrera, R. (2017). Salud en el Trabajo y Seguridad Industrial. Bogotá, Colombia: Alfaomega.
- Benlloch, M. C., & Ureña, Y. (2014). Manual Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Bestatré, M. (2015). Gestión de la prevención en un marco de excelencia. Barcelona: UOC.
- Cañada, J., Díaz , I., Medina, J., & Puebla, M. A. (2012). Manual para el profesor de seguridad y salud en el trabajo. Barcelona: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del trabajo.
- Comercio, E. (07 de junio de 2014). Diario El Comercio. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/enfermedades-laborales-iess-ecuador-lumbalgia.html>
- Comunicado conjunto OMS/Oficina Internacional del Trabajo. (28 de abril de 2005). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr18/es/>
- Creus, A., & Mangosio, J. (2011). Seguridad e Higiene en el Trabajo. Mexico: Alfaomega.
- Fundación Mapfre. (2015). Manual de Higiene Industrial. Madrid, España: Edipack Gráfico, S.L.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (1986). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado el 2018, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_165.pdf

- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (1998). Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_481.pdf
- Mancera Fernandez, M., Mancera Ruiz, M. T., Mancera Ruiz, M. R., & Mancera Ruiz, J. R. (2016). Seguridad y Salud en el Trabajo - Gestión de Riesgos. Alfaomega Colombiana S.A.
- Mancera Fernandez, M., Mancera Ruiz, M. T., Mancera Ruiz, M. R., & Mancera Ruiz, J. R. (2016). Seguridad y Salud en el Trabajo - Gestión de Riesgos. Alfaomega Colombiana S.A.
- Mansilla Izquierdo, F., & Favieres Cuevas, A. (2015). Factores de Riesgo Psicosocial. Madrid: Imagen corporativa e impresión.
- Mercurio, E. (13 de Abril de 2013). Costo enfermedad ocupacional. Entrevista a Juan Vélez. El Mercurio.
- Organización Mundial de la Salud. (23 de 08 de 2018). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Ramirez, A. (2012). Servicios de Salud ocupacional. SCIELO, 73. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832012000100012
- Robledo, F. H. (2010). Salud Ocupacional Conceptos Básicos. Bogotá D.C.: Ecoe ediciones.
- TEOJAMA COMERCIAL. (2018). TEOJAMA COMERCIAL. Obtenido de <https://www.teojama.com/blog/2018/>
- Trabajo, S. G. (01 de 12 de 2016). IESS. Obtenido de IESS: http://sart.iess.gob.ec/SRGP/comparar_ep.php?NGY0NWIKPWVzdGF0

Anexo I. Matriz de Riesgos

										MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS										NIVEL DE RIESGOS E INTERVENCIÓN					
DATOS DE LA EMPRESA/ENTIDAD										NIVEL DE INTERVENCIÓN		NR		SIGNIFICADO											
EMPRESA/ENTIDAD:		TEJAMA COMERCIAL S.A.			GERENTE/ JEFE / COORDINADOR / RESPONSABLE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:		ING. FERNANDO LATORRE			I		4000 - 600		Situación crítica. Corrección urgente											
ÁREA:		SERVICIO TÉCNICO			RESPONSABLE DE EVALUACIÓN:		ING. FABIOLA THOMÉ			II		500 - 150		Corregir y adoptar medidas de control											
PROPIETARIO		ING. MALO			EMPRESA/ENTIDAD RESPONSABLE DE EVALUACIÓN:		N/A			III		120 - 40		Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención											
PROCESOS:		MANTENIMIENTO PREVENTIVO								IV		20		No intervenir, salvo que un análisis más detallado lo justifique											
PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PRINCIPALES DESARROLLADAS	# DE EXPUESTOS				TIPO DE RIESGO	TIPO DE ACTIVIDAD	PELIGRO / RIESGO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE PELIGRO IN SITU	CONSECUENCIAS	EVALUACIÓN CUANTITATIVA						GESTIÓN DE RIESGOS			MEDIDAS DE CONTROL					
		HOMBRE	MUJERES	VULNERABLE	TOTAL (N.E)						T.E. (HORAS)	ND	NE	NP	NC	NR	NI	FUENTE	MEDIO		RECEPTOR				
TÉCNICO DE SERVICIO	LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE					FISICOS	Rutinario	Generación de ruido	Ruido excesivo	Sordera y alteraciones neurosensoriales por exposición a ruido excesivo	6	2	12	25	300	II			x	Uso de equipo de protección personal					
						QUIMICOS	Rutinario	Pofo inorgánico (mineral o metálico)	Material particulado en el ambiente de trabajo	Afecciones en la salud por exposición a pofo inorgánico (mineral o metálico)	10	2	20	25	500	II			x	Uso de equipo de protección personal					
						ERGONOMICOS	Rutinario	Posturas forzadas(de pie)	Sobre exposición a posiciones forzadas	Alteraciones musculo esqueléticas por posición forzada en cuncillas	6	2	12	25	300	II			x	Realización de pausas activas					
						MECANICOS	Rutinario	Proyección de partículas	Partículas retenidas en el depurador de aire	Corte, golpe o inscrustación de partículas en el cuerpo	6	1	6	60	360	II			x	Uso de equipo de protección personal					
						MECANICOS	Rutinario	Atropello o golpe con vehículo	Alta rotación de vehículos	Atropello, golpes o lastimaduras por contacto con vehículos	6	1	6	60	360	II	x	x	x	Señalización Procedimientos operativos seguros					
						MECANICOS	Rutinario	Caída de personas al mismo nivel	Desorden, piso resbaloso	Caidas, golpes y lastimaduras por piso en malas condiciones	2	4	8	60	480	II	x			Cronograma diario de orden y limpieza					
						MECANICOS	Rutinario	Atrapamiento por o entre objetos	Falta de conocimiento de procedimientos operativos seguros	Cortes, golpes o laceraciones por atrapamiento entre objetos	2	3	6	25	150	II			x	Procedimientos operativos seguros					
						MECANICOS	Rutinario	Cortes y punzamientos	Manejo de utensilios y equipos	Cortes y lastimaduras por objetos, herramientas o superficies.	2	3	6	10	60	III			x	Uso de equipo de protección personal					
						MECANICOS	Rutinario	Superficies y utensilios calientes	Exposición a superficies y utensilios calientes	Quemaduras por contacto con superficies o materiales calientes	6	3	18	25	450	II			x	Uso de equipo de protección personal					

Anexo II. Análisis de Residuos Sólidos

 <p>CESTTA SGC</p>	<p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183</p>																														
<p>INFORME DE ENSAYO No: RS-040-18</p> <p>ST: 025-18 ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS</p> <p>Nombre Peticionario: NA</p> <p>Atn: Fabiola Thome</p> <p>Dirección: Ambato</p>	<p>Ambato-Tungurahua</p> <p>22 de Junio del 2018</p>																														
<p>FECHA:</p> <p>NUMERO DE MUESTRAS: 1</p> <p>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/06/12 - 08:40</p> <p>FECHA DE MUESTREO: 2018/06/11 - 09:30</p> <p>FECHA DE ANÁLISIS: 2018/06/12 - 2018/06/22</p> <p>TIPO DE MUESTRA: Residuo</p> <p>CÓDIGO CESTTA: LAB-RS 040-18</p> <p>CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA</p> <p>PUNTO DE MUESTREO: Ambato, Av. Bolivariana y Thales de Mileto</p> <p>ANÁLISIS SOLICITADO: Químico</p> <p>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Fernando Latorre</p> <p>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T max.: 25,0 °C T min.: 15,0 °C</p> <p>RESULTADOS ANALÍTICOS:</p>																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO /NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE(■)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plomo</td> <td>EPA 6010 D</td> <td>mg/Kg</td> <td>223,64</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Silicio</td> <td>EPA 6010 D</td> <td>mg/Kg</td> <td>333,3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Carbono Orgánico Total</td> <td>PEE/CESTTA/160 Oxidación Humeda / Walkley &Black</td> <td>%</td> <td>6,30</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Nitrógeno Total</td> <td>Volumetria.</td> <td>%</td> <td>0,32</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td>CVAA</td> <td>mg/Kg</td> <td><0,05</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE(■)	Plomo	EPA 6010 D	mg/Kg	223,64	-	Silicio	EPA 6010 D	mg/Kg	333,3	-	Carbono Orgánico Total	PEE/CESTTA/160 Oxidación Humeda / Walkley &Black	%	6,30	-	Nitrógeno Total	Volumetria.	%	0,32	-	Mercurio	CVAA	mg/Kg	<0,05	-	
PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE(■)																											
Plomo	EPA 6010 D	mg/Kg	223,64	-																											
Silicio	EPA 6010 D	mg/Kg	333,3	-																											
Carbono Orgánico Total	PEE/CESTTA/160 Oxidación Humeda / Walkley &Black	%	6,30	-																											
Nitrógeno Total	Volumetria.	%	0,32	-																											
Mercurio	CVAA	mg/Kg	<0,05	-																											
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muestra receptada en el laboratorio. 																															
<p>RESPONSABLES DEL INFORME:</p> <p style="text-align: center;">  Dr. Mauricio Alvarez RESPONSABLE TÉCNICO </p>																															
<p style="font-size: small;">Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Página 1 de 1</p>																															

Anexo III. Instrumento para la Validación de la Encuesta

El objetivo del presente trabajo es validar mediante un método de consulta a expertos, la adaptación del Cuestionario para el estudio de los Riesgos Químicos y su incidencia en la Salud Ocupacional de los trabajadores del proceso de limpieza de filtros de aire de la empresa Teojama Comercial S.A., de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Marque con una señal en la columna correspondiente (Sí o No) de cada uno de los criterios a evaluar, recuerde que cada criterio tiene un valor de dos puntos, de ser necesario realice sus observaciones.

Ítem	Criterios a evaluar										Observaciones (Si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique la razón)	Sumatoria (Σ)
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende			
	SI 2	NO 0	SI 2	NO 0	SI 0	NO 2	SI 2	NO 0	SI 2	NO 0		
1. ¿Ha recibido alguna vez capacitaciones relacionadas a Riesgos Químicos?												
2. ¿Han realizado mediciones de contaminantes químicos en su puesto de trabajo?												
3. ¿En su puesto de trabajo está en contacto con material particulado (polvo)?												
4. ¿Dispone de Equipos de protección personal para realizar la limpieza de filtros de aire?												
5. ¿A causa de realizar la limpieza de filtros de aire ha tenido algún tipo de molestia respiratoria?												
6. ¿Los días de trabajo usted, Tose más de 4 veces en el día?												
7. ¿Expectora (desgarra, gargajea) dos o más veces en el día?												
8. ¿En la semana, tiene dolores de cabeza 3 o más veces?												

9. ¿Cree usted que es posible cambiar el método de trabajo, al realizar la limpieza de filtros de aire?													
10. ¿El área en donde ejecuta la limpieza de filtros de aire, considera que es un lugar adecuado y seguro para trabajar?													
Aspectos Generales									SI	NO	*****		
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario													
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación													
Los ítems están distribuidos de forma lógica y secuencial													
El número de ítems es suficiente para recogerla información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir													
VALIDEZ													
Aplicable				_____					No Aplicable				_____
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES													
Validado por:					No. De Cédula:						Fecha:		
Firma:					Teléfono:						E-mail:		

Anexo IV. Certificado de Calibración



Met One
Instruments

1600 Washington Blvd
Grants Pass, OR 97526
(541) 471-7111
(541) 471-7116 (Fax)
Service@metone.com

Calibration Certificate

The calibration results on this report certify that this instrument complies with the product specifications at the time of calibration. Calibration was performed according to accepted industry methods using equipment, procedures, and standards that are traceable to NIST and ASTM and JIS.

Recommended calibration interval is 12 months from the first day of use.

Instrument Model# Aerocet 831 Instrument Serial# T25822

Date of Calibration 12/16/2015 Sensor # 14263

Darleen Best ^{AT?}
Calibration Technician

[Signature]
Quality Check

Temperature 23.5 °C

Relative Humidity 28 %

Test Procedure: Aerocet 831-6100

PSL Size (µm)	Test Results	Test Spec.	Lot# NIST	Expiration
0.3	Pass	± 10%	43942	11/30/2017
0.5	Pass	± 10%	43335	06/30/2017
1.0	Pass	± 10%	42896	2/28/2017
2.5	Pass	± 10%	43195	4/30/2017
4.0	Pass	± 10%	REF	NA
5.0	Pass	± 10%	43740	09/30/2017
7.0	Pass	± 10%	REF	NA
10.0	Pass	± 10%	43497	07/31/2017

Standards	Model	SN	Cal Due
Particle Counter	GT-526	M1762	1/28/2016
FLOWMETER	DC-L	537	3/26/2016
DMM	289 Multimeter	27970057	6/17/2016
RH/Temp Sensor	083E-1-35	R17149	7/20/2016

This calibration certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of Met One Instruments Inc.

Anexo V. Respaldo fotográfico de la medición





Anexo VI. Cálculos Serie 300

CALCULOS SERIE 300																				
PM 1					PM 2.5					PM 4					PM10					
n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	
1	9,5	2,2513	0,1907	0,0364	1	9,5	2,2513	1,6022	2,5670	1	9,5	2,2513	2,5882	6,6988	1	2252,6	7,7198	0,0993	0,0099	
2	7,8	2,0541	0,3879	0,1505	2	18,5	2,9178	-2,9178	8,5134	2	90,6	4,5065	0,3330	0,1109	2	689,9	6,5365	1,2826	1,6450	
3	15,6	2,7473	-0,3052	0,0932	3	1005	6,9127	-6,9127	47,7860	3	2059,8	7,6304	-2,7909	7,7890	3	18297,8	9,8145	-1,9954	3,9817	
4	13,9	2,6319	-0,1899	0,0360	4	38,7	3,6558	-3,6558	13,3652	4	433,5	6,0719	-1,2324	1,5188	4	3879,6	8,2635	-0,4444	0,1975	
5	16,7	2,8154	-0,3734	0,1394	5	1267	7,1444	-7,1444	51,0426	5	1557,8	7,3510	-2,5115	6,3078	5	4704,1	8,4562	-0,6371	0,4059	
6	6,9	1,9315	0,5105	0,2606	6	6,9	1,9315	-1,9315	3,7308	6	6,9	1,9315	2,9080	8,4563	6	1446	7,2766	0,5426	0,2944	
7	6,9	1,9315	0,5105	0,2606	7	6,9	1,9315	-1,9315	3,7308	7	52,9	3,9684	0,8711	0,7588	7	591,3	6,3823	1,4368	2,0644	
8	31,2	3,4404	-0,9984	0,9968	8	317,8	5,7614	-5,7614	33,1940	8	2142,4	7,6697	-2,8302	8,0100	8	14530	9,5840	-1,7649	3,1147	
9	8,8	2,1748	0,2673	0,0714	9	8,8	2,1748	-2,1748	4,7295	9	8,8	2,1748	2,6647	7,1008	9	566	6,3386	1,4805	2,1919	
	Σ	21,9782		Σ	2,0449		Σ	34,6813		Σ	168,6592		Σ	46,7512		Σ	70,37		Σ	13,9053
	mL	2,4420	sL ²	0,2556		mL	3,8535	sL ²	21,0824		mL	4,84	sL ²	5,8439		mL	7,8191	sL ²	1,7382	
			sL	0,5056				sL	4,5916				sL	2,4174				sL	1,3184	
			MG	11,49626097				MG	47,16				MG	126,40				MG	2487,705575	
			DSG	1,66				DSG	98,65				DSG	11,22				DSG	3,737408808	
			t	0,1278				t	10,5412				t	2,9219				t	0,8691	
			t2	0,016				t2	111,12				t2	8,5378				t2	0,75529908	
			Φ	1,12				Φ	45,49				Φ	6,30				Φ	2,01	
			m estimada	12,9				m estimada	2145,1				m estimada	795,8				m estimada	5003,3	
			C8	0,54				C8	89,38				C8	33,16				C8	208,47	
			Dosis	0,0268				Dosis	4,4689				Dosis	1,6579				Dosis	10,4236	

Anexo VI. Cálculos Serie 500



CALCULOS SERIE 500																				
PM 1					PM 2.5					PM 4					PM10					
n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci)2	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci)2	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci)2	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci)2	
1	7,5	2,014903021	0,7101	0,5042	1	7,5	2,0149	0,9323	0,8691	1	7,5	2,0149	1,6156	2,6102	1	4108,3	8,3208	0,8648	0,7479	
2	22,7	3,122364924	-0,3974	0,1579	2	22,7	3,1224	-0,1752	0,0307	2	22,7	3,1224	0,5081	0,2582	2	6446,6	8,7713	0,4143	0,1716	
3	22,5	3,113515309	-0,3885	0,1510	3	22,5	3,1135	-0,1663	0,0277	3	22,5	3,1135	0,5170	0,2673	3	21187,7	9,9612	-0,7756	0,6016	
4	22,7	3,122364924	-0,3974	0,1579	4	22,7	3,1224	-0,1752	0,0307	4	22,7	3,1224	0,5081	0,2582	4	5343,5	8,5836	0,6019	0,3623	
5	22,7	3,122364924	-0,3974	0,1579	5	22,7	3,1224	-0,1752	0,0307	5	22,7	3,1224	0,5081	0,2582	5	6200,7	8,7324	0,4531	0,2053	
6	10	2,302585093	0,4224	0,1784	6	10	2,3026	0,6446	0,4155	6	10	2,3026	1,3279	1,7634	6	5349,7	8,5848	0,6008	0,3609	
7	10,6	2,360854001	0,3641	0,1326	7	78,3	4,3605	-1,4134	1,9976	7	1706,8	7,4424	-3,8119	14,5304	7	40515,6	10,609	-1,4239	2,0274	
8	10	2,302585093	0,4224	0,1784	8	10	2,3026	0,6446	0,4155	8	10	2,3026	1,3279	1,7634	8	5708,6	8,6497	0,5358	0,2871	
9	21,4	3,063390922	-0,3384	0,1145	9	21,4	3,0634	-0,1162	0,0135	9	460,1	6,1314	-2,5009	6,2547	9	34781	10,457	-1,2713	1,6161	
	Σ	24,52492821		Σ	1,7329		Σ	26,5246		Σ	3,8310		Σ	27,9639		Σ	82,67		Σ	6,3803
	mL	2,724992024	sL^2	0,2166		mL	2,9472	sL^2	0,4789		mL	3,6305	sL^2	3,4955		mL	9,1856	sL^2	0,7975	
			sL	0,4654				sL	0,6920				sL	1,8696				sL	0,8930	
			MG	15,26				MG	19,05				MG	37,73				MG	9755,30	
			DSG	1,59				DSG	2,00				DSG	6,49				DSG	2,44	
			t	0,1083				t	0,2394				t	1,7477				t	0,3988	
			t2	0,011729674				t2	0,0573				t2	3,0546				t2	0,1590	
			Φ	1,10				Φ	1,23				Φ	3,52				Φ	1,40	
			m estimada	16,8				m estimada	23,5				m estimada	132,8				m estimada	13703,4	
			C8	0,70				C8	0,98				C8	5,53				C8	570,98	
			Dosis	0,0350				Dosis	0,0489				Dosis	0,2766				Dosis	28,5489	

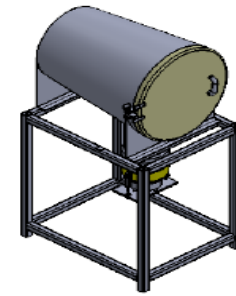
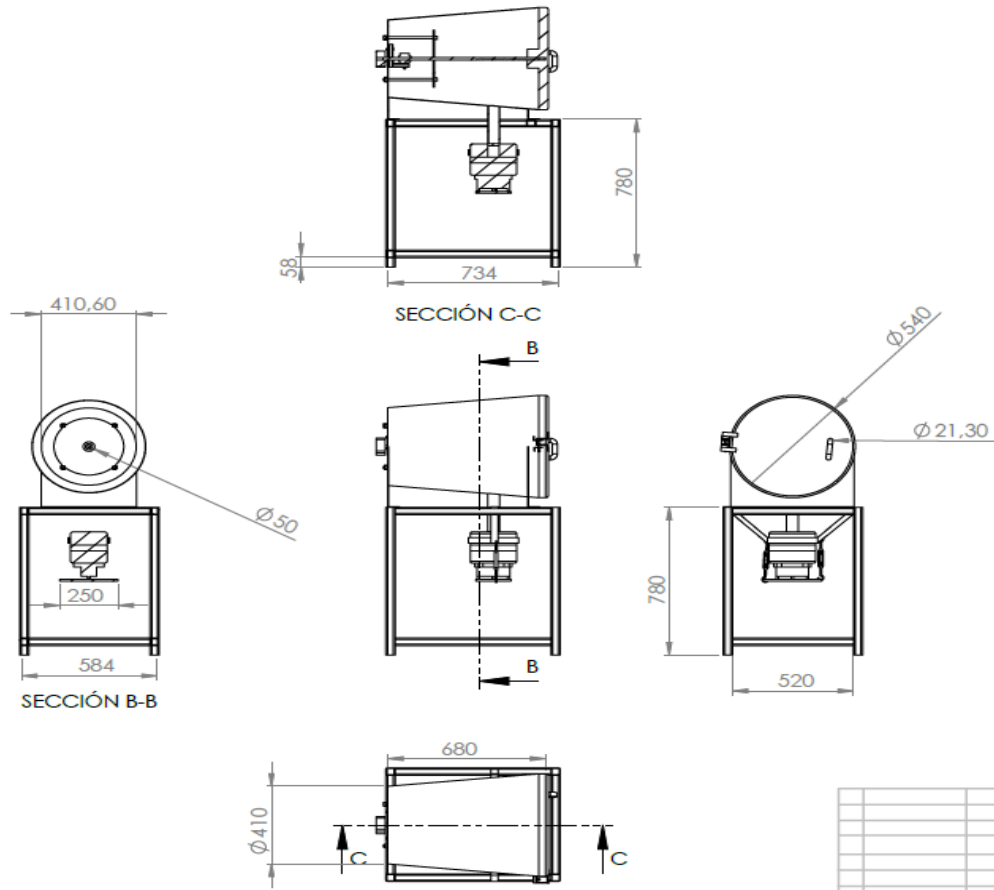
Anexo VI. Cálculos Serie 700

CALCULOS SERIE 700																			
PM 1					PM 2.5					PM 4					PM10				
n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²	n	ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln ci	(mL - Ln ci) ²
1	8,6	2,151762203	-0,1838	0,0338	1	8,6	2,1518	0,0465	0,0022	1	8,6	2,15176	0,7905	0,6248	1	9886,9	9,199	0,1283	0,0165
2	8,3	2,116255515	-0,1483	0,0220	2	8,3	2,1163	0,0820	0,0067	2	8,3	2,11626	0,8260	0,6822	2	9456,7	9,1545	0,1728	0,0299
3	15,7	2,753660712	-0,7857	0,6173	3	15,7	2,7537	-0,5554	0,3085	3	15,7	2,75366	0,1886	0,0356	3	17534,6	9,7719	-0,4447	0,1977
4	12,1	2,493205453	-0,5252	0,2759	4	26,8	3,2884	-1,0901	1,1884	4	580,4	6,36372	-3,4215	11,7066	4	5367,8	8,5882	0,7391	0,5463
5	16,5	2,803360381	-0,8354	0,6979	5	59,2	4,0809	-1,8827	3,5444	5	2211,1	7,70125	-4,7590	22,6482	5	17438,3	9,7664	-0,4392	0,1929
6	6,9	1,931521412	0,0364	0,0013	6	6,9	1,9315	0,2667	0,0712	6	6,9	1,93152	1,0107	1,0215	6	23593,6	10,069	-0,7415	0,5498
7	4,6	1,526056303	0,4419	0,1953	7	4,6	1,5261	0,6722	0,4519	7	4,6	1,52606	1,4162	2,0056	7	31985,1	10,373	-1,0458	1,0936
8	3,3	1,193922468	0,7740	0,5991	8	3,3	1,1939	1,0043	1,0087	8	3,3	1,19392	1,7483	3,0566	8	5678,3	8,6444	0,6829	0,4663
9	2,1	0,741937345	1,2260	1,5031	9	2,1	0,7419	1,4563	2,1209	9	2,1	0,74194	2,2003	4,8413	9	4356	8,3793	0,9480	0,8986
	Σ	17,71168179	Σ	3,9457		Σ	19,7844	Σ	8,7028		Σ	26,48008	Σ	46,6224		Σ	83,945	Σ	3,9915
	mL	1,967964644	sL ²	0,4932		mL	2,1983	sL ²	1,0878		mL	2,94223	sL ²	5,8278		mL	9,3273	sL ²	0,4989
			sL	0,7023				sL	1,0430				sL	2,4141				sL	0,7064
			MG	7,16				MG	9,01				MG	18,96				MG	11240,42
			DSG	2,02				DSG	2,84				DSG	11,18				DSG	2,03
			t	0,2466				t	0,5439				t	2,9139				t	0,2495
			t2	0,0608				t2	0,2959				t2	8,4908				t2	0,0622
			Φ	1,24				Φ	1,58				Φ	6,27				Φ	1,24
			m estimada	8,9				m estimada	14,2				m estimada	118,9				m estimada	13954,1
			C8	0,37				C8	0,59				C8	4,96				C8	581,42
			Dosis	0,0185				Dosis	0,0296				Dosis	0,2478				Dosis	29,0709

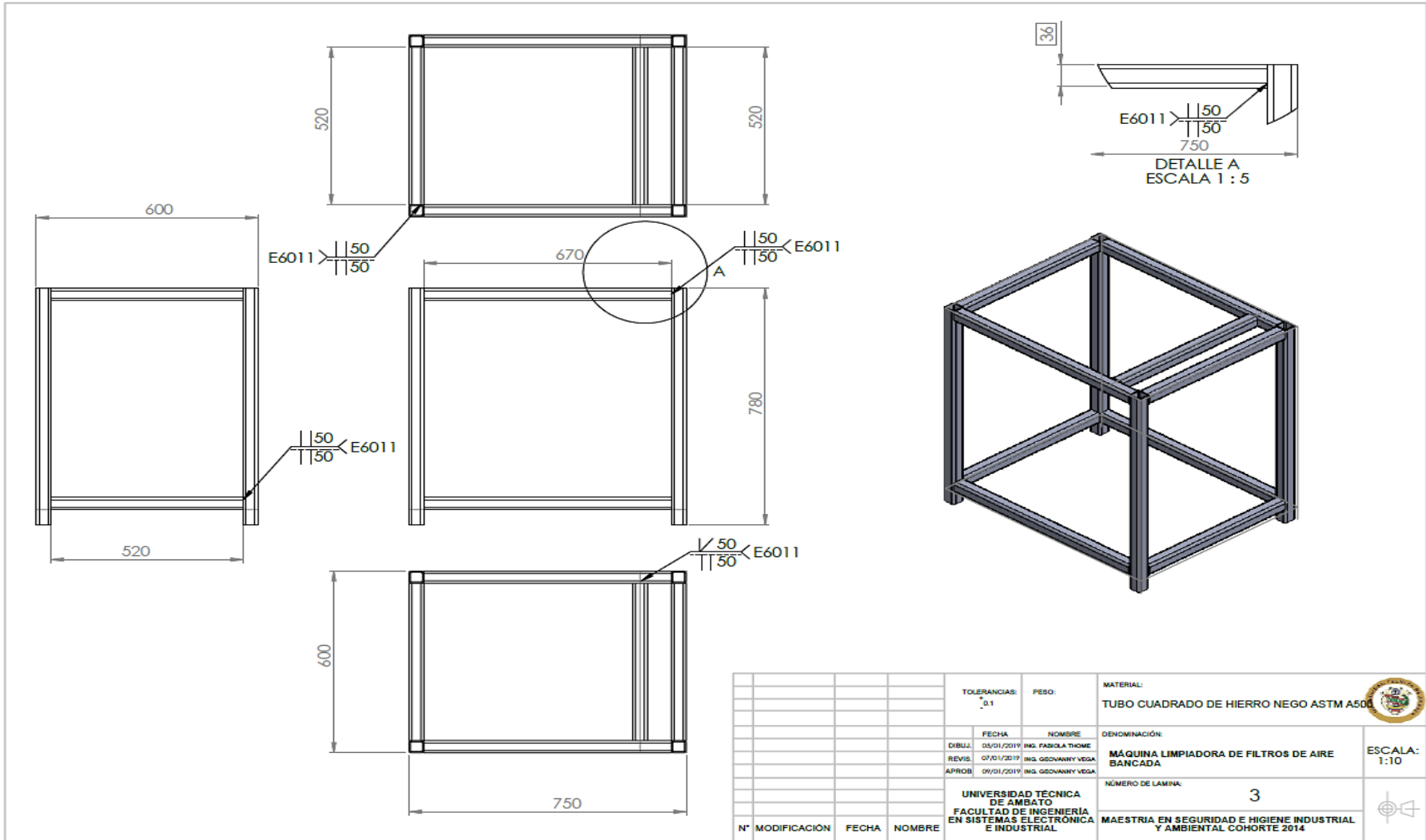
Anexo VII. Plano de la estructura de la máquina limpiadora de filtros

N.º DE ELEMENTO	DETALLE	ESPECIFICACION	CANTIDAD
1	BANCADA	TUBO CUADRADO DE HIERRO NEGRO ASTM A500	1
2	CONO	ACERO ASTM 0-653CS	1
3	TAPA	ACERO ASTM 0-653CS	1
4	CHUMACERA	1/2"	1
5	EJE SIN FIN	ACERO DE TRANSMISION SAE1018 13mm	1
6	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 30 -- 16WN	PERNO M5	4
7	DISCO	ACERO ASTM 0-653CS	1
8	B18.3.1M - 12 x 1.75 x 220 Hex SHCS - 36NHX	PERNO M12	4
9	B18.2.4.6M - Heavy hex nut, M12 x 1.75 -W-N	TUERCA M12	4
10	TEMPLADOR	1/2"	2
11	MOTOR PASO A PASO	NEMA 17 1/2 HP	1
12	MOTOR ASPIRADORA	MOTOR DE SUCCIÓN 2HP	1
13	BISAGRA	TRES CUERPOS 70X70	1

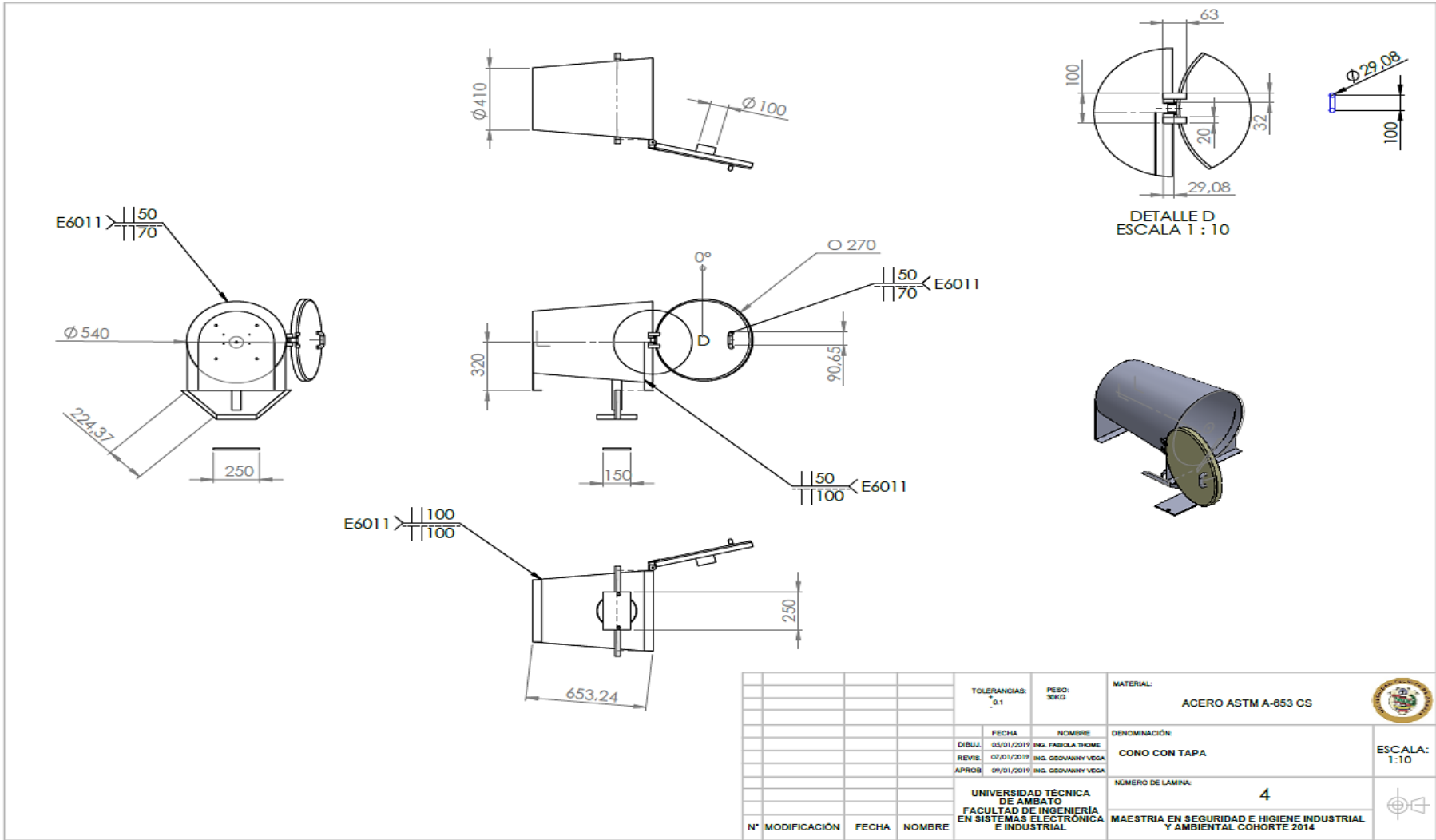
TOLERANCIAS: ±.1		PESO: 50 KG	MATERIAL: ACERO ASTM A-653CS TUBO CUADRADO HIERRO NEGRO ASTM500	
FECHA	NOMBRE		DENOMINACION:	
DIBUJ:	05/01/2019	ING. FABOLA THOME	MÁQUINA LIMPIADORA DE FILTROS DE AIRE	ESCALA: 1:10
REVIS:	07/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	VISTA EXPLOSIONADA	
APROB:	09/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	NÚMERO DE LÁMINA: 1	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL			MAESTRIA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL COHORTE 2014	
Nº MODIFICACION	FECHA	NOMBRE		



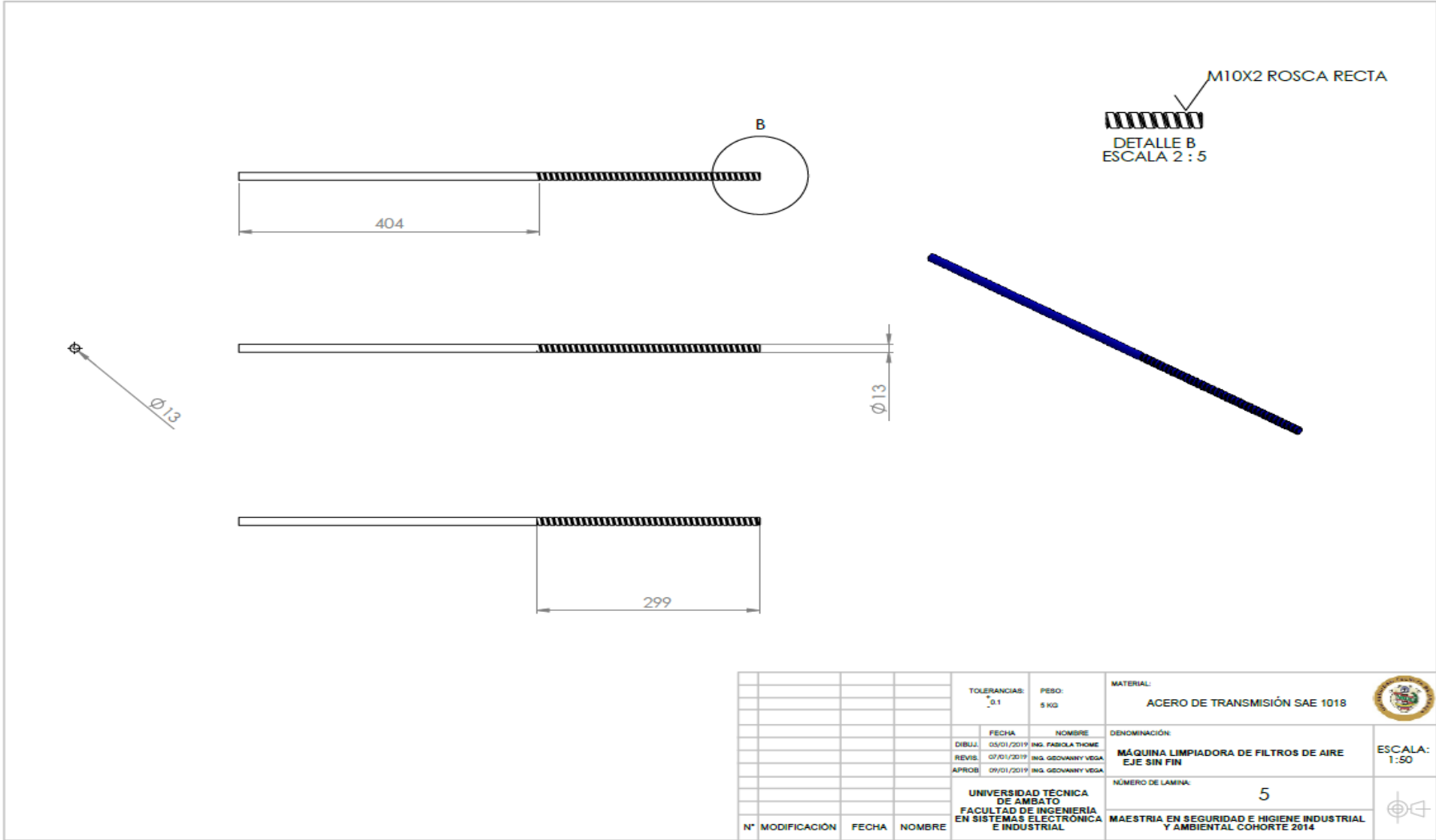
			TOLERANCIAS: 0.1	PESO: 50 KG	MATERIAL: ACERO ASTM A-653CS TUBO CUADRADO HIERRO NEGRO ASTM A500	
			FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:	
			DIBUJ: 05/01/2019	ING. FABIOLA THOME	MÁQUINA LIMPIADORA DE FILTROS DE AIRE	
			REVIS: 07/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	NÚMERO DE LÁMINA:	
			APROB: 09/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	2	
N° MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL		MAESTRIA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL COHORTE 2014	



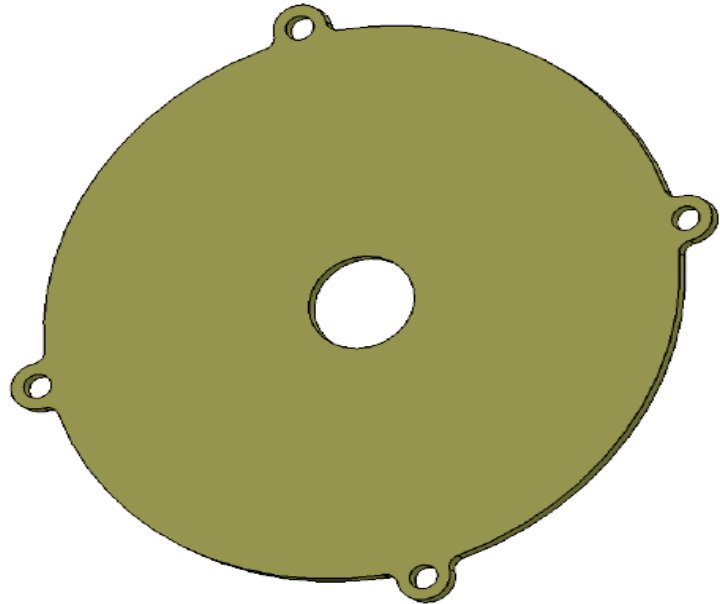
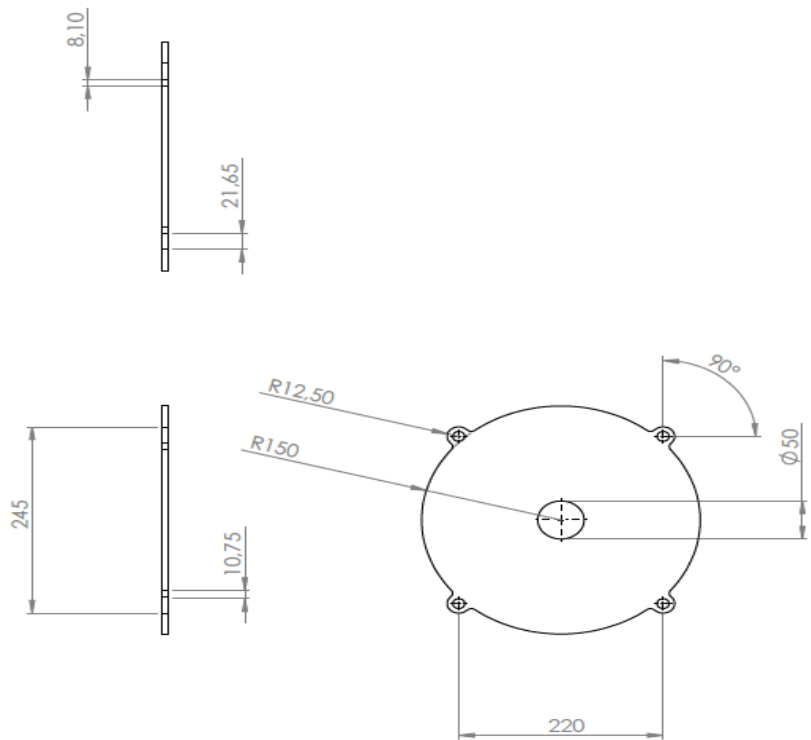
			TOLERANCIAS: _0.1	PESO:	MATERIAL: TUBO CUADRADO DE HIERRO NEGRO ASTM A500	 ESCALA: 1:10	
			FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:		
			DIBUJ: 05/01/2019	ING. FABIOLA THOME	MÁQUINA LIMPIADORA DE FILTROS DE AIRE BANCADA		
			REVIS: 07/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA			
			APROB: 09/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	NÚMERO DE LÁMINA:		
			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL			3	
N° MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	MAESTRIA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL COHORTE 2014				



			TOLERANCIAS: _0.1	PESO: 30KG	MATERIAL: ACERO ASTM A-653 CS	 ESCALA: 1:10
			FECHA 05/01/2019	NOMBRE ING. FABIOLA THOME	DENOMINACIÓN: CONO CON TAPA	
			REVIS. 07/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	NÚMERO DE LÁMINA: 4	 MAESTRIA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL COHORTE 2014
			APROB. 09/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA		
N° MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRONICA E INDUSTRIAL			



			TOLERANCIAS: 0.1	PERO: 5 KG	MATERIAL: ACERO DE TRANSMISIÓN SAE 1018	
			FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:	ESCALA: 1:50
			DIBUJ: 05/01/2019	ING. FABIOLA THOME	MÁQUINA LIMPIADORA DE FILTROS DE AIRE	
			REVIS: 07/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	EJE SIN FIN	
			APROB: 09/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	NÚMERO DE LÁMINA: 5	
N° MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL		MAESTRIA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL COHORTE 2014	



			TOLERANCIAS: 0.1	PESO:	MATERIAL: ACERO ASTM A-36	
			FECHA:	NOMBRE:	DENOMINACIÓN:	ESCALA: 1:10
			DIBUJ: 05/01/2019	ING. FABIOLA THOME	DISCO	
			REVIS: 07/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA		
			APROB: 09/01/2019	ING. GEOVANNY VEGA	NÚMERO DE LAMINA: 6	
N° MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL		MAESTRIA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL COHORTE 2014	



Anexo VIII. Programación del mantenimiento preventivo de la máquina limpiadora de filtros de aire



Teojama Comercial
Desde 1963



PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO MÁQUINA LIMPIADORA DE FILTROS DE AIRE

N°	TAREA DE MATENIMIENTO	FRECUENCIA	MES												
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	Limpieza y lubricación eje sin fin y brida	Semanal													
2	Limpieza de polvo interior	Semanal													
3	Inspección de soportes de chumacera	Semanal													
4	Lubricación eje de aspiradora	Mensual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Denaje de agua de FRL	Mensual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Inspección y estado de pantalla de control.	Mensual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Inspección y funcionamiento de micro relés.	Mensual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	Inspección y estado de pulsadores de secuencias.	Mensual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Inspección y estado de líneas de aire comprimido.	Trimestral		x				x			x			x	
10	Revisión del funcionamiento del motor paso a paso Nema 17	Trimestral		x				x			x			x	
11	Lubricación de bisagras de tambor y bancada.	Trimestral		x				x			x			x	
12	Revisión y estado de soportes bancada.	Semestral	x							x					
13	Revisión y estado de resortes del disco ajustador.	Semestral	x							x					
14	Revisión de la programación del sistema y arduino	Semestral	x							x					
15	Realizar actualizaciones de la programación y sistema.	Anual										x			
16	Cambio de rodamiento de chumacera	MBC													
17	Cambio de rodamientos de la aspiradora	MBC													
18	Cambio de acoples rapidos de aire comprimido	MBC													



Teojama Comercial
Desde 1963



PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO MÁQUINA LIMPIADORA DE FILTROS DE AIRE

N°	TAREA DE MATENIMIENTO	FRECUENCIA	MES													
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
19	Cambio de resortes de disco ajustador.	MBC														
20	Cambio de manguera espiral de aire comprimido.	MBC														
21	Cambio de pantalla LCD.	MBC														

Anexo IX. Matriz de Riesgos Propuesta



MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS							NIVEL DE RIESGOS E INTERVENCIÓN														
DATOS DE LA EMPRESA/ENTIDAD							NIVEL DE INTERVENCIÓN	NR	SIGNIFICADO												
EMPRESA/ENTIDAD:	TEOJAMA COMERCIAL S.A.		GERENTE/ JEFE / COORDINADOR / RESPONSABLE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:	ING. FERNANDO LATORRE			I	4000 - 600	Situación crítica. Corrección urgente												
ÁREA:	SERVICIO TÉCNICO		RESPONSABLE DE EVALUACIÓN:	ING. FABIOLA THOMÉ			II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control												
PROPIETARIO:	ING. MALO		EMPRESA/ENTIDAD RESPONSABLE DE EVALUACIÓN:	N/A			III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención												
PROCESOS:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO						IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más detallado lo justifique												
PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PRINCIPALES DESARROLLADAS	# DE EXPUESTOS					TIPO DE RIESGO	TIPO DE ACTIVIDAD	PELIGRO /RIESGO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE PELIGRO IN SITU	CONSECUENCIAS	EVALUACIÓN CUANTITATIVA						GESTIÓN DE RIESGOS			MEDIDAS DE CONTROL
		HOMBRES	MUJERES	VULNERABLE	TOTAL (NE)	T.E. (HORAS)						ND	NE	NP	NC	NR	NI	FUENTE	MEMO	RECEPTOR	
TÉCNICO DE SERVICIO	LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE						FISICOS	Rutinario	Generación de ruido	Ruido excesivo	Sordera y alteraciones neurosensoriales por exposición a ruido excesivo	2	2	4	10	40	III			x	Uso de equipo de protección personal
							QUIMICOS	Rutinario	Polvo inorgánico (mineral o metálico)	Material particulado en el ambiente de trabajo	Afecciones en la salud por exposición a polvo inorgánico (mineral o metálico)	2	1	2	10	20	IV			x	Uso de equipo de protección personal
							ERGONOMICOS	Rutinario	Posturas forzadas(de pie)	Sobre exposición a posiciones forzadas	Alteraciones musculo esqueléticas por posición forzada en cunillas	0	1	0	10	0				x	Realización de pausas activas
							MECANICOS	Rutinario	Proyección de partículas	Partículas retenidas en el depurador de aire	Corte, golpe o incrustación de partículas en el cuerpo	6	1	6	60	360	II			x	Uso de equipo de protección personal
							MECANICOS	Rutinario	Atropello o golpe con vehículo	Alta rotación de vehículos	Atropello, golpes o lastimaduras por contacto con vehículos	6	1	6	60	360	II	x	x	x	Señalización Procedimientos operativos seguros
							MECANICOS	Rutinario	Caída de personas al mismo nivel	Desorden, piso resbaloso	Caidas, golpes y lastimaduras por piso resbaloso y desordenado	2	4	8	60	480	II	x			Cronograma diario de orden y limpieza
							MECANICOS	Rutinario	Atrapamiento por o entre objetos	Falta de conocimiento de procedimientos operativos seguros	Cortes, golpes o laceraciones por atrapamiento entre objetos	2	3	6	25	150	II	x			Procedimientos operativos seguros
							MECANICOS	Rutinario	Cortes y punzamientos	Manejo de utensilios y equipos	Cortes y lastimaduras por objetos, herramientas o superficies	2	3	6	10	60	III			x	Uso de equipo de protección personal
					MECANICOS	Rutinario	Superficies y utensilios calientes	Exposición a superficies y utensilios calientes	Quemaduras por contacto con superficies o materiales calientes	6	3	18	25	450	II			x	Uso de equipo de protección personal		