



**Determinación del nivel de concentración y dispersión de material particulado
para la prevención de enfermedades ocupacionales en los trabajadores de la empresa
Aluminex s.a.**

Taco Maigua, Ricardo Arturo

Departamento de Seguridad y Defensa SGDE

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo
Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

Ing. Tobar Herrera, Daniel Gustavo

10 de Agosto del 2023

Latacunga



Taco Maigua Ricardo Arturo plagio.do...

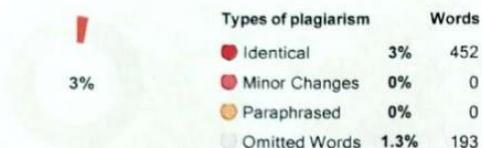
Scan details

Scan time:
August 7th, 2023 at 17:45 UTC

Total Pages:
62

Total Words:
15283

Plagiarism Detection



AI Content Detection



🔍 Plagiarism Results: (68)

ecu155133.pdf 0.8%

<https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu155133.pdf>

6 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial No 387 - Registro Oficial No. 097-A Lorena Tapia Núñez MINISTRA DEL AMBIENTE C...

ecu103264.doc 0.7%

<https://faolex.fao.org/docs/texts/ecu103264.doc>

Decreto No. 050 Marcela Aguiñaga Vallejo MINISTRA DEL AMBIENTE Considerando: Que, el numeral 7 del artículo 3 de la Constitución d...

LIBRO VI Anexo 4 0.6%

<https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf>

ngiler

NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE LIBRO VI ANEXO 4 0 INTRODUCCIÓN La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la...

Daniel Gustavo
0129751

Ing. Tobar Herrera, Daniel Gustavo
C. C: 0503129751

Certified by

About this report
help.copyleaks.com

copyleaks.com



Departamento de Seguridad y Defensa SEG D

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos
Laborales

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "**Determinación del nivel de concentración y dispersión de material particulado para la prevención de enfermedades ocupacionales en los trabajadores de la empresa Aluminex s.a.**" fue realizado por el señor **Taco Maigua, Ricardo Arturo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 16 de Agosto del 2023



Ing. Tobar Herrera, Daniel Gustavo

C. C: 0503129751



Departamento de Seguridad y Defensa SGDE

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos
Laborales

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Taco Maigua, Ricardo Arturo**, con cédula de ciudadanía n° 0503666315, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Determinación del nivel de concentración y dispersión de material particulado para la prevención de enfermedades ocupacionales en los trabajadores de la empresa Aluminex s.a."** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 16 de Agosto del 2023

Taco Maigua, Ricardo Arturo

C.C: 0503666315



Departamento de Seguridad y Defensa SGDE

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos
Laborales

Autorización de Publicación

Yo, **Taco Migua, Ricardo Arturo**, con cédula de ciudadanía n° 0503666315, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: "**Determinación del nivel de concentración y dispersión de material particulado para la prevención de enfermedades ocupacionales en los trabajadores de la empresa Aluminex s.a.**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 16 de Agosto del 2023

Taco Migua, Ricardo Arturo

C.C.: 0503666315

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis, primeramente a Dios, por bendecirme y haberme dado sabiduría para poder afrontar los obstáculos que se atravesaron durante toda mi vida estudiantil, a ti mi querido Dios que siempre has sido mi refugio en los momentos más difíciles durante todo este camino, siendo siempre mi guía y mi fortaleza para poder vencer todas las adversidades que se cruzan en mi camino y nunca perdiendo la fe que te tengo.

A mi familia, ya que ellos han sido el pilar fundamental para llegar a donde me encuentro ahora, especialmente a mi madre y a mi padre, siendo ellos la razón primordial y fundamental por la cual me encuentro ahora terminado esta carrera Universitaria, estoy seguro que sin la ayuda de ellos todo esto no hubiese sido posible, ya que siempre han estado ahí brindándome su apoyo incondicional y sincero.

También a mis hermanos, que siempre han estado ahí para apoyarme y demostrarme que a pesar de que en la vida existen muchos obstáculos que truncan nuestros sueños y nuestras metas, siempre habrá un motivo y una razón por la cual nunca rendirse y seguir hasta alcanzarlos.

Taco Maigua, Ricardo Arturo

Agradecimiento

Agradeciendo primero a Dios por ser esa fuerza que me ayuda siempre a salir ante cualquier adversidad en las que me encontré, también por haberme bendecido y haberme dado la oportunidad de poder terminar una etapa más en mi vida.

Gracias a mi madre y a mi padre que siempre estuvieron a mi lado durante todo este proceso estudiantil, apoyándome, guiándome y aconsejándome para nunca decaer y ser una mejor persona cada día, enseñándome siempre a salir adelante cumpliendo todas las metas que me proponga, son la parte fundamental por la cual me encuentro ahora en estas instancia de mi vida, por siempre mi agradecimiento y gratitud para ellos, mis querido padres, esto es por ustedes y para ustedes, mi gratitud eterna

Quiero agradecer también a mis hermanos, que siempre han estado pendientes durante todo mi proceso estudiantil, apoyándome guiándome y dándome fuerzas y ánimos para no decaer y seguir siempre adelante, para mi fueron muy importantes y de mucha ayuda, siempre estuvieron cuando más los necesitaba, sacándome de aprietos y dando solución a mis problemas, por siempre agradecido con ustedes mis hermanos.

Taco Maigua, Ricardo Arturo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figuras	11
Índice de tablas	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación	15
Antecedentes.....	15
Planteamiento del problema	16
Justificación e Importancia.....	17
Objetivos	18
<i>Objetivo general</i>	18
<i>Objetivos específicos</i>	19
Alcance.....	19
Capítulo II: Marco teorico.....	20
Marco Legal	20
<i>Constitución Política del Ecuador</i>	20

<i>Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584</i>	20
<i>Reglamento del instructivo andino de SST, Resolución 957.</i>	23
<i>Código del Trabajo</i>	23
<i>Reglamento General de SST. Decreto Ejecutivo 2393</i>	24
<i>Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental</i>	25
Marco Teórico	26
<i>Aire ambiente</i>	26
<i>Calidad de aire ambiente</i>	26
<i>Contaminantes del aire</i>	27
<i>Tipos de contaminantes de aire</i>	28
<i>Material particulado</i>	29
<i>Límites permisibles del material particulado en el aire ambiente</i>	30
<i>Instrumentos para medir la calidad de aire</i>	32
<i>Bomba APEX Casella</i>	32
<i>Afectaciones a la salud por material particulado</i>	33
Descripción metodológica	34
<i>Enfoque de la investigación</i>	34
<i>Modalidad de investigación</i>	34
<i>Tipos de investigación</i>	35
<i>Diseño de la investigación</i>	36
<i>Niveles de investigación</i>	37
<i>Población y muestra</i>	38

<i>Instrumentos para la recolección de datos</i>	39
<i>Validez y confiabilidad</i>	39
<i>Técnicas de análisis de datos</i>	40
Capítulo III: Desarrollo	41
Descripción de la empresa	41
<i>Descripción de las actividades de las áreas</i>	42
Proceso Productivo	46
<i>Identificación de los puestos de trabajo</i>	47
<i>Medición del material particulado</i>	47
<i>Determinación del nivel de incidencia del MT en la ST</i>	48
Desarrollo del tema	49
<i>Desarrollo objetivo 1</i>	49
<i>Desarrollo objetivo 2</i>	64
<i>Desarrollo objetivo 3</i>	74
Cronograma	77
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	78
Conclusiones	78
Recomendaciones	79
Glosario	80
Bibliografía	81
Anexos	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Niveles de concentración permisibles de contaminante</i>	30
Figura 2 <i>Bomba CASELLA</i>	32
Figura 3 <i>Afectaciones a la salud por material particulado</i>	37
Figura 4 <i>Diseño de la investigación</i>	36
Figura 5 <i>Área de fundición</i>	42
Figura 6 <i>Área de pesaje</i>	43
Figura 7 <i>Área de pelado de cables</i>	44
Figura 8 <i>Área de corte</i>	44
Figura 9 <i>Área de corte</i>	45
Figura 10 <i>Planta administrativa</i>	46
Figura 11 <i>Proceso de medición del material particulado</i>	46
Figura 12 <i>Resultados de la aplicación del check-list</i>	63
Figura 13 <i>Proceso de determinación de material particulado</i>	65
Figura 14 <i>Fases para la elaboración del plan de acción de Seguridad</i>	74
Figura 15 <i>Cronograma de actividades a implementar en la empresa</i>	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de los contaminantes atmosféricos según su origen</i>	28
Tabla 2 <i>Concentraciones de contaminantes de alerta de alarma</i>	31
Tabla 3 <i>Niveles de investigación</i>	33
Tabla 4 <i>Población y muestra</i>	38
Tabla 5 <i>Distribución de trabajadores por puesto de trabajo</i>	41
Tabla 6 <i>Check-list para el diagnóstico del área de fundición</i>	49
Tabla 7 <i>Check-list del área de almacenamiento de ceniza</i>	51
Tabla 8 <i>Check-list del área de corte</i>	52
Tabla 9 <i>Check-list del área de pesaje</i>	53
Tabla 10 <i>Check-list del área de clasificación</i>	55
Tabla 11 <i>Check-list del área de empaque</i>	56
Tabla 12 <i>Check-list del área de pelado de cable</i>	57
Tabla 13 <i>Check-list del área de administración</i>	59
Tabla 14 <i>Número de trabajadores afectados por cada Aspecto y Área</i>	60
Tabla 15 <i>Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de corte</i>	65
Tabla 16 <i>Resultados de las mediciones de material particulado del</i>	67
Tabla 17 <i>Resultados de las mediciones de material particulado</i>	68
Tabla 18 <i>Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de reciclaje</i> ...69	
Tabla 19 <i>Resultados de las mediciones de material particulado</i>	70
Tabla 20 <i>Resultados de las mediciones de material particulado</i>	72

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito determinar el nivel de concentración de material particulado para la prevención de enfermedades ocupacionales en los trabajadores de la empresa ALUMINEX S.A. del cantón Latacunga. Esta empresa, como tal se dedica a la compra y venta de material de aluminio reciclado, y cuenta actualmente con diez trabajadores regularmente que realizan multitareas dentro de la planta. El propósito del presente trabajo, es conocer los niveles de concentración a los que están expuestos los trabajadores de la planta, es por ello, que a través de una visita de campo, se pudo ejecutar una evaluación de la carencia actual de la empresa, en materia de seguridad, en la que se evidencio la falta de controles de seguridad, falta de controles de ingeniería y controles administrativos, y que tienen como consecuencia la aparición de enfermedades ocupacionales, especialmente, las afecciones a las vías respiratorias. Una vez que se identificó que la empresa, carecía de una cultura preventiva, se realizó una medición del nivel de concentración de material particulado en todas las áreas con todo el personal operativo durante toda la jornada laboral, con el propósito de establecer si los límites de concentración son admisibles para los trabajadores, sin embargo, de las siete áreas de la empresa, se pudo evidenciar que cuatro están fuera de los límites permisibles como son el área de fundición, pelado de cable, almacenamiento de ceniza y área de corte, que según la normativa española, establecida por el INSST, menciona que no se puede pasar los niveles de concentración de aluminio (fracción respirable) en 1 mg/m^3 . Finalmente, con los valores dados, se pudo elaborar un plan de acción, en la que se propone medidas preventivas y correctivas con el propósito de disminuir los riesgos por material particulado en la empresa, no sin antes, realizar un análisis coste-beneficio con el propósito de viabilizar la implementación del plan de Acción de Seguridad y Salud en el Trabajo en la empresa ALUMINEX S.A.

Palabras clave: Prevención de riesgos, material particulado, concentración, exposición, medidas preventivas.

Abstract

The purpose of this project is to determine the level of concentration of particulate matter for the prevention of occupational diseases in the workers of the company ALUMINEX S.A. of the canton Latacunga. This company, as such is dedicated to the purchase and sale of recycled aluminum material, and currently has approximately ten workers multitasking within the plant. The purpose of the present work is to know the levels of concentration to which the workers of the plant are exposed, is therefore, through a field visit, it was possible to make a diagnosis of the current situation of the company, in terms of safety, which showed a lack of safety controls, lack of engineering controls and administrative controls, and which resulted in the emergence of occupational diseases, especially respiratory diseases. Once it was identified that the company lacked a preventive culture, a measurement was made of the level of concentration of particulate matter in all areas with all the operating personnel throughout the working day, in order to establish whether the concentration limits are admissible for workers, however, of the seven areas of the company, it could be evidenced that four are outside the permissible limits such as the casting area, cable stripping, ash storage and cutting area, which according to the Spanish regulations, established by the INSST, mentions that concentration of aluminum (respirable fraction) levels cannot be passed by 1 mg/m³. Finally, with the values given, it was possible to draw up an action plan, in which preventive and corrective measures are proposed in order to reduce risks by particulate matter in the company, not without first carrying out a cost-analysisbenefit with the purpose of making viable the implementation of the Occupational Safety and Health Action Plan in the company ALUMINEX S.A.

Key word: Risk prevention, particulate matter, concentration, exposure, preventive measures

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

La presente investigación, se basa en los principios básicos de la ingeniería preventiva, en la cual su eje fundamental es la prevención de riesgos en el trabajo. Para (Rosero, 2016) los proyectos de investigación de esta índole, tienen como propósito generar ambientes seguros de trabajo. Bajo el siguiente antecedente, la determinación de factores de riesgos, permite crear entornos de trabajo saludables, protegiendo así la salud de los trabajadores.

En el mismo contexto de la prevención, (Malo, 2020) considera que una de las principales tareas de la seguridad en el trabajo, es minimizar los efectos nocivos sobre la salud de los trabajadores, es por ello, que el presente trabajo se desarrolla siguiendo un proceso sistemático con el propósito de materializar la correcta Gestión de la Seguridad y salud en la empresa Aluminex.

Uno de los principales factores de riesgos para la salud humana, es la calidad del aire, por ello, (Malo, 2020) menciona que una de las principales afectaciones de la salud que tienen los trabajadores, son las vías respiratorias, y esto debido a que están expuestos a material particulado. De la misma manera, (Fonseca, 2017) menciona que el material particulado es fácilmente respirable, por lo tanto, se debe realizar mediciones con el propósito de minimizar los efectos de los mismos en la salud de los trabajadores.

El material particulado, es conocido como un elemento invisible al ojo humano, en la cual su afectación generalmente está dada en las vías respiratorias. En el proyecto de investigación de (Vivas, 2014) hace referencia sobre el nivel de material particulado PM10, y menciona que una de las principales afectaciones que este tiene, son las vías respiratorias.

Para dar frente a este agente de riesgo, (Lupera, 2015) recomienda que se debe implementar medidas preventivas que para reducir la concentración de este contaminante. Una de las medidas preventivas, es la utilización de mascarillas, en los ambientes en donde existe mayor concentración de material particulado.

Ahora bien, para determinar el nivel de concentración de material particulado en un entorno de trabajo, (Cevallos, 2020), sugiere que se debe utilizar equipos para medir la calidad del aire, y con base a estos resultados, implementar las medidas de prevención, de la misma manera, (Contreras, 2015), menciona que los límites permisibles para la exposición al material particulado, están establecidos en el Texto Único de Legislación Ambiental (TULSMA).

Bajo el siguiente contexto, se desarrollará el siguiente proyecto de investigación, en la cual se realizará un diagnóstico inicial del entorno laboral del trabajador, así como también la utilización de equipos de medición para conocer la calidad de aire, y con base a los resultados obtenidos, proponer un plan de acción con la finalidad de mejorar las prácticas de seguridad industrial en la empresa Aluminex.

Planteamiento del problema

Aluminex es una empresa que se dedica al reciclaje y fundición de aluminio en el sur de la ciudad de Latacunga, dentro de sus procesos principales en la empresa, es la fundición de aluminio, que comprende la cocción del aluminio reciclado para volver a utilizarlo, proceso en el cual es necesaria la intervención de los trabajadores para la manipulación del aluminio la operación del horno de fundición.

La zona de fundición es una zona cerrada, debido a que es necesario mantener la temperatura para alcanzar la fundición del aluminio reciclado, esto da cabida a que el vapor generado por los hornos, generalmente compuesto por aluminio, se esparza deliberadamente por toda el área de los hornos, afectando así a los trabajadores que realizan sus actividades.

Al estar en exposición continua, los trabajadores han experimentado enfermedades respiratorias, debido a que se evidencia que dentro del área de fundición no existen aparatos que permitan mantener una calidad del aire, además, de que los trabajadores utilizan el equipo de protección respiratoria únicamente cerca de la zona de operación del horno, haciendo que el vapor de aluminio, sea fácilmente inhalado por los trabajadores.

Los efectos que producen las partículas contaminantes en el organismo, se diagnostican como enfermedades respiratorias, cardiovasculares, mareos, falta de concentración, etc., de la misma manera, (AIRQUALITY, 2022) menciona que los niveles de concentración de PM 2.5, producen afectaciones más profundas en el sistema respiratorio y pulmones, debido a que el tamaño de las partículas que ingresan al cuerpo son considerablemente microscópicas.

La inexistencia de un estudio de la calidad de aire dentro de la empresa, ha obviado estos riesgos derivados del trabajo, que tienen afectación en los trabajadores, especialmente, en los riesgos por inhalación de vapores cargados de aluminio, que se establecen como material particulado PM2.5, en la que según, (Ministerio del Ambiente, 2011) establece que el límite máximo de concentración de PM2.5 debe ser de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tiempo de 24 horas de la zona de medición.

En la investigación planteada por (Lupera, 2015) se concluye que la inhalación de vapores trae consigo enfermedades respiratorias, esto se corrobora con el ausentismo laboral o las patologías que tienen los trabajadores de la empresa ALUMINEX, en las que se evidencian que presentan gripes o influencias, que limitan su productividad dentro de la empresa.

A través del presente proyecto de investigación, se realizarán mediciones de la calidad de aire, resultados que permitirán determinar el nivel de incidencia que tiene la concentración del material particulado en la salud de los trabajadores de la empresa ALUMINEX, a fin de plantear acciones operativas y correctivas con el propósito de prevenir afectaciones respiratorias al personal de la empresa.

Justificación e Importancia

El presente proyecto de investigación se lo realiza con el propósito de brindar un entorno de trabajo seguro en los trabajadores de la empresa ALUMINEX, utilizando los conceptos de ingeniería preventiva, tales como la identificación, evaluación y análisis del riesgo en el trabajo.

La incidencia que tienen el material particulado se realiza mediante la medición de la calidad de aire, es por ello, que el presente proyecto es de alto impacto dentro de la institución, porque aplica los fundamentos del Texto Único de Legislación Medio Ambiental, (TULSMA), en el cual se establece los límites permisibles concentración de partículas, así como los conceptos del Reglamento General de Seguridad y Salud de los Trabajadores, en donde se menciona los procedimientos de prevención que se deben aplicar para el mejoramiento de los entornos laborales.

Técnicamente, es un proyecto que trae consigo beneficios positivos para la empresa debido a que los resultados obtenidos durante la medición de la calidad del aire, permitirá a la empresa establecer medidas preventivas para proteger a sus trabajadores, así como, potenciar la producción y la calidad de sus productos.

El proyecto presenta una viabilidad debido a que cuenta con el respaldo de la empresa ALUMINEX para realizar las mediciones de calidad de aire dentro de sus instalaciones, así, como intervenir en el personal que labora dentro de la misma, para proponer las medidas preventivas y correctivas para prevenir los efectos al riesgo asociado por material particulado.

La importancia del proyecto, es que se encuentra, dentro de los ejes prioritarios para el fortalecimiento de la matriz productiva del Ecuador, siendo así que, mediante la medición de la calidad de aire, se podrá establecer los límites permisibles a los que deben estar expuestos los trabajadores, mejorar el entorno laboral de la empresa, brindar los equipos de protección a los trabajadores y finalmente mejorar la productividad en la empresa.

Objetivos

Objetivo general

“Determinación del nivel de concentración y dispersión de material particulado para la prevención de enfermedades ocupacionales en los trabajadores de la empresa Aluminex S.A.”

Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones sub estándares derivado del material particulado de las áreas de trabajo.
- Determinar el nivel de riesgo laboral existente debido a la exposición de material particulado al que están expuestos los trabajadores de las áreas de trabajo.
- Implementar medidas preventivas y correctivas en base a un plan de acción en las áreas de trabajo de la empresa.

Alcance

El presente proyecto se desarrolla en el campo de la prevención, es por ello, que, al término mismo, se plantean medidas preventivas, tales como un plan de acción que permitirá generar las condiciones de seguridad y salud dentro del lugar de trabajo, además de brindar las recomendaciones de seguridad para proteger a los trabajadores de los riesgos por concentración de material particulado.

El proyecto contempla la realización de un estudio de riesgos químicos, en la cual se realizarán las mediciones con un instrumento para conocer la calidad de aire, así también, se realizarán las comparativas de los niveles de concentración máximo en mg/m³ de químico de material particulado junto a los límites establecidos por la norma denominada límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2021 y con base a los resultados expuestos, implementar un manual de seguridad que contenga medidas preventivas y correctivas dentro de la empresa ALUMINEX a fin de disminuir las afectaciones respiratorias en el personal de la empresa.

Capítulo II

Marco Teórico

Marco Legal

El presente proyecto de investigación, se enmarca textualmente dentro de lo que establece los principios universales para la realización de un trabajo de forma segura. En el Ecuador, existen las normativas legales que inducen en la seguridad y salud de los trabajadores dentro de los entornos laborales, a continuación, expondremos las principales para brindarle mayor viabilidad al desarrollo del proyecto:

Constitución Política del Ecuador

La Seguridad y Salud en el Ecuador está avalada por la máxima ley en el país, la Constitución Política del Ecuador, es por ello que, en la carta magna redactada por la (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008), en el artículo 326, numeral 5, se establece que "El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios: 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar".

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584

Los países de la comunidad Andina, establecen políticas de seguridad que se deben implementar dentro de cada uno de ellos a fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores, a través de la (CAN, 2004) se expiden los siguientes artículos:

Artículo 7.- Con el fin de armonizar los principios contenidos en sus legislaciones nacionales, los Países Miembros de la Comunidad Andina adoptarán las medidas legislativas y reglamentarias necesarias, teniendo como base los principios de eficacia, coordinación y participación de los actores involucrados, para que sus respectivas legislaciones sobre seguridad y salud en el trabajo contengan disposiciones que regulen, por lo menos, los aspectos que se enuncian a continuación:

- Niveles mínimos de seguridad y salud que deben reunir las condiciones de trabajo;

- Restricción de operaciones y procesos, así como de utilización de sustancias y otros elementos en los centros de trabajo que entrañen exposiciones a agentes o factores de riesgo debidamente comprobados y que resulten nocivos para la salud de los trabajadores. Estas restricciones, que se decidirán a nivel nacional, deberán incluir el establecimiento de requisitos especiales para su autorización;
- Condiciones de trabajo o medidas preventivas específicas en trabajos especialmente peligrosos
- Establecimiento de normas o procedimientos de evaluación de los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional u otros procedimientos similares;
- Procedimientos de inspección, de vigilancia y control de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo;

Artículo. 8.- Los Países Miembros desarrollarán las medidas necesarias destinadas a lograr que quienes diseñan, fabrican, importan, suministran o ceden máquinas, equipos, sustancias, productos o útiles de trabajo: Velen porque las máquinas, equipos, sustancias, productos o útiles de trabajo no constituyan una fuente de peligro ni pongan en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores;

- a) Cumplan con proporcionar información y capacitación sobre la instalación, así como sobre la adecuada utilización y mantenimiento preventivo de la maquinaria y los equipos; el apropiado uso de sustancias, materiales, agentes y productos físicos, químicos o biológicos, a fin de prevenir los peligros inherentes a los mismos, y la información necesaria para monitorizar los riesgos;
- b) Efectúen estudios e investigaciones o se mantengan al corriente de la evolución de los conocimientos científicos y técnicos necesarios para cumplir con lo establecido en los incisos a) y b) del presente artículo;

Artículo 9.- Los Países Miembros desarrollarán las tecnologías de información y los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con miras a reducir los riesgos laborales.

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

Para tal fin, las empresas elaborarán planes integrales de prevención de riesgos que comprenderán al menos las siguientes acciones:

- Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos;
- Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados;
- Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores;

Artículo 12.- Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

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

Reglamento del instructivo andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957.

Los países que son parte del (CAN, 2008) establecen los lineamientos para dar cumplimiento a la decisión 584, en la cual se expone lo siguiente:

Artículo 1. Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos: Literal b) Gestión técnica:

1. Identificación de factores de riesgo
2. Evaluación de factores de riesgo
3. Control de factores de riesgo
4. Seguimiento de medidas de control.

Código del Trabajo

Artículo 42, numeral 3. Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad;

Artículo 45. Obligaciones del empleador. Literal i. Sujetarse a las medidas preventivas e higiénicas que impongan las autoridades

Artículo 46. Prohibiciones del empleador. Literal a. Poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros de trabajo o la de otras personas, así como de la de los establecimientos, talleres y lugares de trabajo;

Artículo. 410.- Obligaciones respecto de la prevención de riesgos. - Los Empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas

por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo.

Artículo. 412.- 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:

Que se provea a los trabajadores de mascarillas y más implementos defensivos, y se instalen, según dictamen del Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, ventiladores, aspiradores u otros aparatos mecánicos propios para prevenir las enfermedades que pudieran ocasionar las emanaciones del polvo y otras impurezas susceptibles de ser aspiradas por los trabajadores, en proporción peligrosa, en las fábricas en donde se produzcan tales emanaciones;

Reglamento General de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393

La Dirección Nacional de Riesgos del (IESS, 1967) expide el Reglamento General de Seguridad y Salud en el Trabajo con el propósito de normar los procedimientos de Seguridad Laboral en los empresas a fin de prevenir los riesgos y minimizar los accidentes que deriven de actividades laborales.

Artículo 11.- 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. 34.- LIMPIEZA DE LOCALES. En los locales susceptibles de que se produzca polvo, la limpieza se efectuará preferentemente por medios húmedos o mediante aspiración en seco, cuando aquélla no fuera posible o resultare peligrosa.

Artículo. 187. PROHIBICIONES PARA LOS EMPLEADORES.- Queda totalmente prohibido a los empleadores: Obligar a sus trabajadores a laborar en ambientes insalubres

por efecto de polvo, gases o sustancias tóxicas; salvo que previamente se adopten las medidas preventivas necesarias para la defensa de la salud.

Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental

Artículo 1. El presente Libro establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental. Se entiende por calidad ambiental al conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad, en relación a la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan afectar al mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza.

Anexo IV. Norma de la Calidad del Aire o nivel de Inmisión.

Artículo 1. Objeto. La presente norma tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

Artículo 4. Literal 4.1.1.5. Menciona que los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América.

Literal 4.1.2. Normas generales para la concentración de contaminantes críticos en el aire ambiente. Para los contaminantes criterios del aire, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas.

- Material particulado menor a 10 micrones (PM10).- El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 ug/m³).
- El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 ug/m³),

- Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM10 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (100 ug/m3)
- Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5).- El promedio aritmético de la concentración de PM2,5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 ug/m3).
- El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 ug/m3).
- Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM2.5 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (50 ug/m3).

Para el desarrollo sistemático del presente proyecto, se enmarcará dentro de los conceptos legales vigentes establecidos por las diferentes instituciones que regulan los sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, así como los que regulan la calidad del Aire Ambiente.

Marco Teórico

Aire ambiente

Según (Ministerio del Ambiente, 2014), en el Anexo 3, del libro IV sobre la norma de emisiones de aire desde fuentes fijas, la definición del aire corresponde o “también denominado "aire ambiente", es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como la mezcla gaseosa, cuya composición normal es, de por lo menos veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) de nitrógeno y uno por ciento (1%) de dióxido de carbono, además de las proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.”

Calidad de aire ambiente

Cuando nos referimos a la calidad del aire ambiente, entendemos a esto como un concepto subjetivo, siempre teniendo en cuenta que el factor origen de la calidad, debe ser que el aire esté libre de contaminantes o de otros componentes que produzcan efectos nocivos sobre la salud humana o la alteración del medio en cual se expande.

Para (Vidal, 2012), el concepto de la calidad de aire, hace referencia al grado de excelencia que debe tener el aire para no ser alterado o destruido. En este contexto, cuando mencionamos que la calidad del aire, es sinónimo de excelencia, entonces decimos que cumple con las expectativas que un medio ambiente espera del aire.

El uso de la calidad de aire, según (Cedeño, 2013) depende del uso al cual este dirigido, puesto que cada sistema requiere de un tipo de aire diferente a fin de no alterar ni destruir su sistema. Entonces, la calidad del aire no es un estándar general, sino más bien, depende exclusivamente el uso destinado del mismo, con el propósito de desarrollar un sistema, sin embargo, en mucho de los casos, los mismos sistemas son aquellos que contaminan el aire.

Contaminantes del aire

Definimos subjetivamente al contaminante como cualquier sustancia o agente ajeno que produzca alteraciones dentro de un sistema previamente establecido. Para el (Ministerio del Ambiente, 2014) los contaminantes del aire se definen como cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

De la misma manera, el autor (Vidal, 2012) describe a los contaminantes del aire como toda sustancia presente en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente en su conjunto, entonces cuando nos referimos a los contaminantes, definimos a toda sustancia nociva o que produzca perturbación al medio ambiente, en este caso, produce alteraciones en el sistema respiratorio.

Los contaminantes del aire, se pueden encontrar en todos los lugares, en los últimos años debido al crecimiento demográfico y de la industrialización, han aumentado los tipos

de contaminantes del aire, tales como vapores, humos, gases y otros tipos de emisiones de aire producidas por los procesos industriales, especialmente en las plantas de producción.

Tipos de contaminantes de aire

La definición de los contaminantes del aire, esta como toda sustancia que produce efectos negativos sobre el aire-ambiente, sin embargo, para la clasificación de estos y determinar el nivel de afectación que estos contaminantes tienen sobre un sistema, es necesario describir el origen de los mismos, es por ello que (Dominguez, 2000) menciona que los contaminantes se clasificación en:

- Contaminantes Gaseosos. - incluyen compuestos azufrados, monóxido de carbono, compuestos nitrogenados, compuestos orgánicos, compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos aromáticos, compuestos halogenados, etc.
- Partículas en suspensión. Incluyen emisiones de motores diésel, polvos minerales, polvos y humos metálicos, nieblas acidas, hollín, etc.

Desde una perspectiva de origen, (Cedeño, 2013) los contaminantes atmosféricos se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 1

Clasificación de los contaminantes atmosféricos según su origen

Contaminantes primarios	Contaminantes secundarios
Producidos por fuentes naturales <ul style="list-style-type: none"> - Óxidos de azufre - Monóxidos de carbono - Óxido de nitrógeno - Hidrocarburos - Partículas 	Son causadas por las actividades humanas: <ul style="list-style-type: none"> - Oxidantes fotoquímicos - Ozono

Nota. Tomado de (Cedeño, 2013)

Ahora bien, para el desarrollo del presente proyecto de investigación, hacemos énfasis en las partículas en suspensión, que son aquellos contaminantes que resultan de la inhalación de gases metálicos, que son originados por los hornos de fundición de aluminio.

Estos gases metálicos, se pueden clasificar según el tamaño de las partículas, que pueden ir desde PM2.5 hasta PM10, según (Ministerio del Ambiente, 2011), además de determinar el índice de afectación a los trabajadores según el nivel de exposición y concentración de partículas en el aire ambiente.

Material particulado

La autora (Chicaiza, 2021) expone que el material particulado es la combinación de partículas sólidas y líquidas que están en el aire ambiente, y que presentan afecciones respiratorias. El material particulado, no suele ser visto a simple vista, sin embargo, para el personal que está expuesto al contaminante, tiene la sensación de percibir este a través de las vías respiratorias, puesto que presentan irritaciones, alergias y fatigas al sistema respiratorio.

El material particulado, según el (Ministerio del Ambiente, 2014) en el anexo IV sobre la calidad del aire, refiere que está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera. Para el desarrollo del trabajo de investigación, hacemos referencia al material particulado, como a la cantidad de partículas de aluminio que están suspendidos en el aire y que son fácilmente perceptibles para los trabajadores de la empresa ALUMINEX.

Clasificación del material particulado

El Texto Único de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, en su apartado sobre la Calidad del Aire, clasifica al material particulado de la siguiente manera:

- Se designa como PM_{2,5} al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones.
- Se designa como PM₁₀ al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.

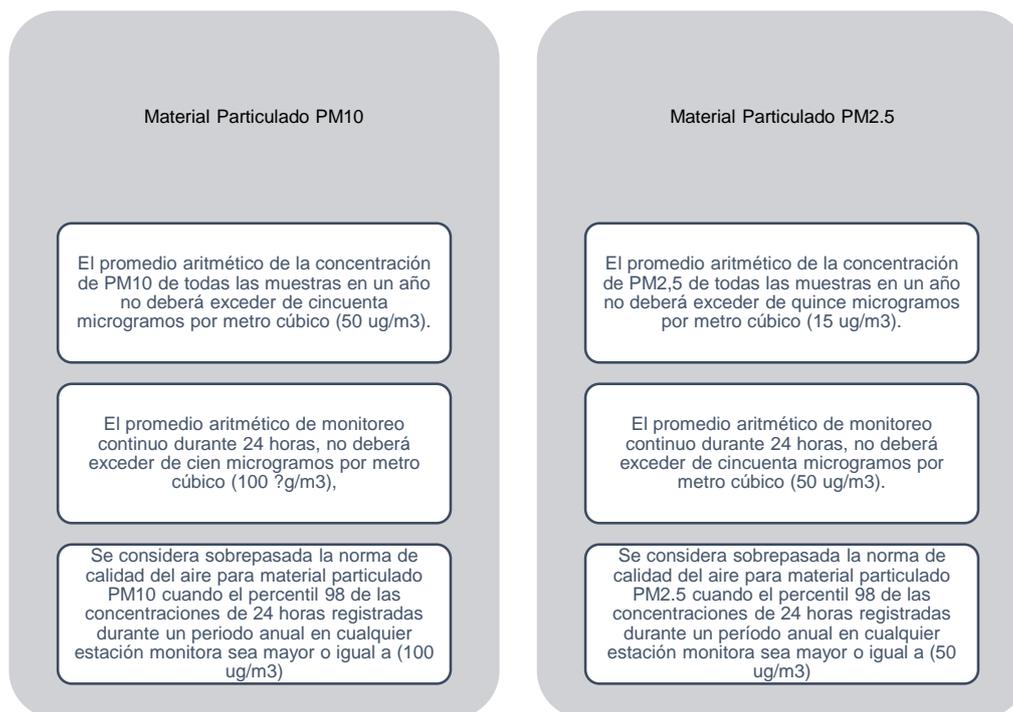
La composición del material particulado, según su diámetro, depende el origen de esta, por lo tanto, podemos encontrar partículas de aluminio en diferentes tamaños, es por ello que, para determinar el nivel de concentración de partículas, es necesario la utilización de un equipo para la medición de la calidad del aire, a fin de establecer la composición de las partículas suspendidas.

Límites permisibles del material particulado en el aire ambiente

En el Ecuador, la normativa que regula los límites permisibles de material particulado en el aire ambiente, es el Texto Único de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2014) en la que expone la normativa para concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

Figura 1

Niveles de concentración permisibles de contaminante



Nota. Tomado de Norma de la Calidad de Aire Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2011)

Asimismo, en el Acuerdo Ministerial 050, expedido por el (Ministerio del Ambiente, 2011) sobre la Norma de Calidad de Aire ambiente y niveles de ignición, se expone la tabla

de concentraciones de contaminantes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.

Tabla 2

Concentraciones de contaminantes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.

Contaminante y periodo de tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Monóxido de carbono (concentración promedio ocho horas)	15000	30000	40000
Ozono (concentración promedio ocho horas)	200	400	600
Dióxido de nitrógeno (concentración promedio en una hora)	1000	2000	3000
Dióxido de azufre (concentración promedio veinticuatro horas)	200	1000	1800
Material particulado PM10 (concentración en veinticuatro horas)	250	400	500
Material particulado PM2.5 (concentración en veinticuatro horas)	150	250	350

Nota. Tomado de El acuerdo Ministerial 097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria, (Ministerio del Ambiente, 2011)

EL TULSMA es la normativa que permite conocer los límites permisibles de PPM en monitoreo ambiental, sin embargo, para determinar el riesgo químico por material particulado, en el Ecuador, actualmente no existe una normativa nacional vigente, es por ello, que para el desarrollo del presente proyecto, con el propósito de proteger la salud de los trabajadores, se utilizara como instrumento normativo el documento español “Límites de Exposición Profesional para agentes Químicos 2021”, elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En el documento elaborado por (INSST, 2021) se expone los límites admisibles de exposición diaria y de exposición corta. Los valores están dados por (mg/m^3). Para efectos de presente trabajo, se utilizará los límites admisibles de exposición corta.

Instrumentos para medir la calidad de aire

Bomba APEX Casella

En la actualidad, existen muchos equipos e instrumentos tecnológicos para la medición de la calidad de aire, uno de ellos, y el más recomendado a nivel industrial, es la bomba de medición de gases personalizada, porque permite medir la exposición de material particulado, gases a cada trabajador durante su jornada laboral.

Características de la bomba CASELLA

- Pantalla en color para ver los parámetros de la medición
- Puede utilizarse con gases y vapores inflamables
- Soporta temperaturas de medición de 5 a 40°
- Carcasa de alto impacto de policarbonato

Ficha técnica de la bomba CASELLA

- Rango de Caudal de 0.8 a 5 litros/minuto
- Rango de precisión de +-3%
- Temperatura de la bomba de almacenamiento de -10° a 50°C

En la siguiente imagen, se aprecia la composición de la bomba casera, que incluye el globo de muestreo para almacenar material particulado de aluminio y los gases que serán analizados posteriormente por la bomba durante la medición:

Figura 2

Bomba CASELLA



Nota. Tomado de Equipo de medición de partículas Bomba Casella (APEX, 2021)

Afectaciones a la salud por material particulado

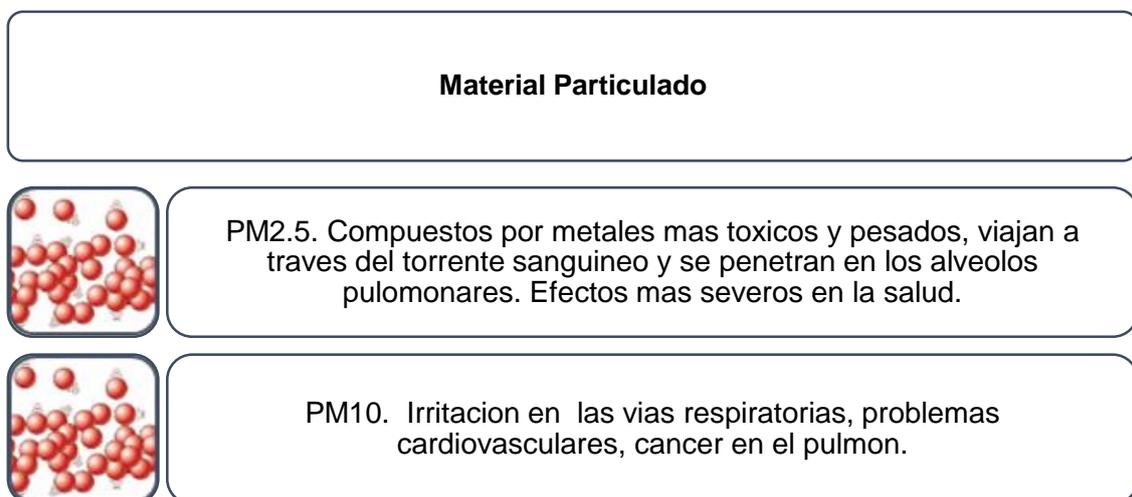
Las afectaciones que el organismo tiene por la exposición no controlada al material particulado, están asociadas directamente a las enfermedades respiratorias, sin embargo, (Rosero, 2016) menciona que las afectaciones a la salud de los trabajadores se dan por dos vías de absorción: respiratorias y dérmicas, es decir, al estar en contacto con la piel.

De la misma manera, el autor menciona que una de las principales afectaciones que se da con el material particulado, están dadas por la inhalación de estos, sin embargo, el daño causado del mismo, deriva por la composición química y del tamaño del material particulado.

En la siguiente ilustración se expone, los niveles de afectación que tiene el material particulado, según su tamaño:

Figura 3

Afectaciones a la salud por material particulado.



Nota. Tomado de (Rosero, 2016)

Las enfermedades ocupacionales que resultan de la exposición no controlada al material particulado, están relacionadas directamente con el sistema respiratorio, de los cuales podemos mencionar, alergias, gripe, sinusitis, tos, etc. En conclusión,

independientemente del tamaño de las partículas, estas pueden presentar afectaciones al sistema respiratorio, que, si no son tratadas correctamente, pueden llevar incluso a la muerte del trabajador.

Descripción metodológica

Enfoque de la investigación

El presente proyecto de investigación tiene enfoque cuantitativo y cualitativo, es decir, tiene un enfoque mixto, porque estudia magnitudes para determinar el nivel de concentración de material particulado y plantea medidas preventivas para disminuir el riesgo por exposición al PM.

Esta investigación se fundamenta en la cuantificación de resultados de los niveles de concentración, es decir, se utiliza valores numéricos acompañados de una variable, en este caso (mg/cm³), que serán comparados con la normativa de seguridad vigente para determinar el nivel de riesgo a lo que están expuestos los trabajadores. En el ámbito cualitativo, una vez conocido los datos de la medición, se procede a describir el nivel de riesgo, así como las enfermedades que derivan de la exposición y las medidas preventivas para disminuir o eliminar el riesgo por material particulado.

Generalmente, esta investigación tiene un enfoque abierto, en resumen, porque cuantifica el nivel de concentración de material particulado y porque califica este nivel de concentración con base a lo expuesto por la normativa vigente. Al ser una investigación experimental, el autor recluta datos cualitativos durante la fase inicial del proyecto, pero estos datos, para ser analizados, se cuantifican, lo que facilita el análisis de datos por parte del investigador, y a su vez, llegar a una conclusión tomando en cuenta la normativa nacional vigente en materia de seguridad.

Modalidad de investigación

La determinación de los niveles de concentración de material particulado en la salud de los trabajadores de la empresa Aluminex, sigue un proceso lógico que comprende la sistematización de los procesos de investigación con el propósito de llegar a una conclusión

final. Parte desde el análisis del contexto, es decir, desde el diagnóstico de la empresa ALUMINEX respecto a sus actividades, luego, identifica y evalúa los riesgos a los que están expuestos los trabajadores y finalmente, analiza los datos obtenidos de la evaluación para determinar la incidencia del material particulado en la salud de los trabajadores.

Para el investigador (Alvarez, 2011), todo este proceso, está dentro de la investigación científica, debido a que sigue un proceso sistemático para llegar a un producto. Dentro de los sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, se prioriza el orden lógico de los procesos para no alterar el producto final y tener resultados tangibles.

Los resultados que se obtengan al término del proceso de la investigación científica, deben ser analizados y canalizados para la implementación de un plan de acción, es por ello, que el desarrollo de este proyecto, se basa en el método de investigación mixta, es decir, cualitativo-cuantitativo, que según (Escudero Sanchez & Cortez Suarez, 2017) menciona que la investigación cualitativa registra los objetos de estudios por medio de la observación y la entrevista, apegado al contexto del proyecto, a través de la investigación cualitativa se obtendrá resultados narrativos del entorno y la situación laboral de los trabajadores, y con la investigación cuantitativa, se analizará los datos obtenidos de las técnicas empleadas para la recolección de datos.

Básicamente, el proyecto de investigación persigue resultados, es por ello, que durante el desarrollo del proyecto de la investigación se trabajara de cerca con los objetivos específicos para dar cumplimiento al objetivo general del proyecto.

Tipos de investigación

El desarrollo del proyecto de investigación, es de tipo experimental, puesto que, con los datos obtenidos y el análisis cuantitativo, se podrá determinar el nivel de incidencia que tendrá el material particulado por los trabajadores, y a partir de ahí, generar un plan de intervención, que contenga mecanismos para prevenir y disminuir los riesgos asociados a la exposición del material particulado.

El autor, (Hidalgo, 2016) menciona que la investigación experimental se basa en la intervención del investigador en un proceso con el fin de comprobar los efectos de los datos en una investigación específica. Entonces, al plan de acción para la prevención de riesgos asociados al material particulado, se debe implementar un plan de seguimiento con el propósito de verificar la eficacia de las medidas preventivas en los trabajadores y disminuir la afectación de las vías respiratorias de los mismos.

Según la fuente de investigación, el proyecto tiene dos tipos de investigación, bibliográfica porque es necesario acogerse a fuentes externas con el propósito de ampliar el entendimiento del contexto de investigación, así como también es una investigación de campo, porque se realizará las observaciones, mediciones y análisis de datos en las instalaciones de la planta.

La investigación bibliográfica según (Maya, 2014) permite ampliar el contexto de la investigación, relacionándola con otros trabajos de la misma índole, es por ello, que, durante la etapa inicial del proyecto, se recurre a una gran cantidad de referencias bibliográficas, a fin de sostener una argumentación que demuestre viabilidad al proyecto al de investigación.

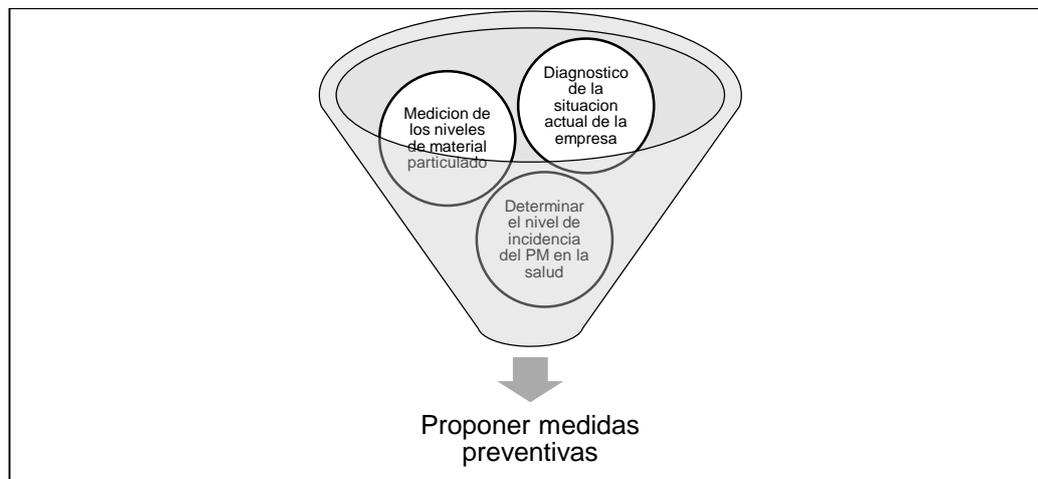
Diseño de la investigación

La validez de los resultados de la investigación, depende del proceso lógico y sistemático que tenga el desarrollo del proyecto, es por ello, que el método de investigación del proyecto, es de contexto científico, en la que (Moran Delgado & Alvarado Cervantes, 2010), menciona que el método científico persigue procesos rigurosos para alcanzar la expresión o exposición de conocimientos.

El trabajo de investigación, al encontrarse dentro de los fundamentos de la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, entonces establece un diseño estándar para la Prevención de Riesgos, que según los criterios técnicos del Reglamento del Instrumento Andino de la Seguridad y Salud en el Trabajo (CAN, 2008), se realiza de la siguiente manera:

Figura 4

Diseño de la investigación



Nota. Tomado de (CAN, 2008)

Niveles de investigación

Tabla 3

Niveles de investigación

Niveles de investigación	
Exploratoria	Parte desde el análisis de la situación actual de la empresa, en la cual se identifica la situación problemática para el desarrollo del proyecto de investigación.
Descriptiva	Se describe las condiciones de la empresa, actividades, número de trabajadores, nivel de exposición, concentración del material particulado, equipos para la medición de material particulado, efectos en la salud, etc.
Explicativa	Explica las causas que producen la contaminación del aire de la empresa, así como las afectaciones respiratorias de los trabajadores

Niveles de investigación	
Correlacionales	Relaciona el nivel de afectación que tiene la salud en los trabajadores, con el nivel de exposición y concentración del material particulado.
Experimentales	A través del plan de acción-prevención se plantea disminuir y/o prevenir los riesgos asociados al material particulado.

Nota. Tomado de (Hidalgo, 2016)

Población y muestra

La población objeto de estudio, son los trabajadores de la empresa ALUMINEX, sin embargo, no todos están expuestos al material particulado, puesto que algunos realizan trabajos de oficina o están lejos de la zona de almacenamiento y fundición.

La muestra que se utilizara para el desarrollo del presente proyecto, son los trabajadores que realizan la manipulación del aluminio reciclado, así como aquellos que están en el área de fundición, puesto que son aquellos que tienen más probabilidad de inhalación de material particulado debido a la exposición al vapor del horno de fundición. En la siguiente tabla, se expone el valor cuantitativo de la población y muestra del proyecto:

Tabla 4

Población y muestra

Población	14 trabajadores
Muestra	6 personas

Nota. El número de la muestra, está dada por los trabajadores que tienen exposición directa con el material particulado dentro de la empresa.

Técnicas de recolección de datos

Como se ha mencionado con anterioridad, el proyecto de investigación es de tipo cualitativo, es decir, se analiza los datos obtenidos a través de técnicas de recolección de datos, tales como entrevistas o la observación directa, además, que el tipo de investigación es de campo, porque se tomara registros de la situación actual de la empresa, así como la medición de los niveles de concentración en las instalaciones de la empresa.

- Entrevista
- Equipos para medir la calidad del aire
- Ccheck-list para el diagnóstico de las áreas de trabajo

Instrumentos para la recolección de datos

Los instrumentos para la recolección de datos son los siguientes:

- Encuesta. Este instrumento permite obtener respuestas cerradas, lo que permitirá realizar un análisis más preciso, y se podrá cuantificar la incidencia que tiene los niveles de MP en los trabajadores.
- Bomba de captación de aire: Este instrumento permite tomar mediciones de aire de 3 y 5 litros por minuto. De Marca CASELLA tiene un rango de precisión del +/- 5%.
- Check-list. Permitirá anotar las observaciones del investigador, además de conocer la situación actual de la empresa respecto a la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Validez y confiabilidad

El presente proyecto de investigación tiene dos factores para determinar su validez, técnicamente, el proyecto es válido porque se ajusta a los parámetros establecidos por la legislación ecuatoriana vigente con el propósito de establecer los límites de exposición que deben tener los trabajadores en el área de trabajo, y humanamente, porque se evidencia el compromiso que tiene la empresa para que se realice el presente proyecto dentro de las instalaciones con el propósito de propiciar un ambiente de seguridad a fin de proteger la seguridad de los trabajadores.

La confiabilidad del proyecto se determina, por los resultados obtenidos en el desarrollo del proceso, es por ello, que a fin de determinar la incidencia que tienen los trabajadores en la empresa, se aplica la encuesta directamente a los trabajadores, quienes serán actores directos del desarrollo del proyecto. Además, las medidas preventivas que se establecen, están enmarcadas, dentro de la normativa vigente en materia de seguridad y salud ocupacional en el Ecuador, con el objeto de disminuir la afectación de la salud de los trabajadores de la empresa.

Técnicas de análisis de datos

Los resultados obtenidos del proyecto de investigación, se analizan con base a los niveles de investigación, de ahí, que la autora (Hidalgo, 2016) menciona que la investigación descriptiva permite describir los procesos que ocurren dentro de la investigación, es por ello, que una vez, obtenido los datos de las técnicas de recolección, se realiza un análisis descriptivo de los mismos, en la cual, se describe lo siguiente:

- Situación actual de la empresa
- Exposición de los trabajadores
- Incidencia del material particulado en los trabajadores

Finalmente, los resultados obtenidos del análisis de datos, permitirá establecer mecanismos de prevención con el propósito de proteger la seguridad y salud de los trabajadores, así como propiciar un medio ambiente laboral que cumpla las condiciones de seguridad y confianza.

Capítulo III

Desarrollo

Descripción de la empresa

La empresa ALUMINEX es una empresa que se dedica al tratamiento y a la operación de residuos de aluminio, se encuentra ubicada en el sector Sur de la ciudad de Latacunga. Fue fundada el 09 de agosto del 2018 y actualmente emplea a 14 trabajadores, que están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 5

Distribución de trabajadores por puesto de trabajo

Número de trabajadores	Área de trabajo	Puestos de trabajo
2	Fundición	Fundición de aluminio
	Almacenamiento	Almacenamiento de ceniza
	Pesaje	Levantamiento y transporte de material pesado
5	Clasificación	Segregación de materiales
	Empaque	Empacado de material
4	Pelado de cable	Pelado de cables
1	Corte	Corte de cable con sierra industrial
2	Administración	

Nota. Esta tabla muestra los puestos de trabajo y el número de trabajadores en dicha área.

La empresa ALUMINEX ha presentado últimamente un alto índice de ausentismo laboral y esto se debe a que algunos trabajadores han presentado enfermedades respiratorias e irritaciones en la vista y la piel, especialmente los trabajadores del área de corte y fundición, que son las áreas, en donde a simple vista se logra notar la presencia de

material particulado, tales como polvo y humo metálico derivado de la fundición del aluminio.

Descripción de las actividades de las áreas

Fundición.

En el área de fundición existe un horno de gran tamaño que se encarga de fundir los residuos de aluminio que llegan a la planta. En esta área operan 2 trabajadores, que se encargan de manipular el horno y almacenar los cubos de aluminio que resultan del proceso de aluminio. Su exposición al humo derivado del proceso de fundición es durante las ocho horas que dura su jornada laboral. En la figura 1 se expone el área de fundición, que cuenta con un horno subterráneo y una chimenea de 120cm de altura.

Figura 5

Área de fundición



Nota. En el área fundición operan dos trabajadores

Adicional, los trabajadores deben limpiar las paredes del horno, que generalmente están compuestas por ceniza de aluminio, esta ceniza está compuesta por partículas no visibles a simple vista, sin embargo, generan irritación en el sistema respiratorio, ojos y la piel.

Pesaje, clasificación y empaque

Esta es una de las áreas más pobladas de la empresa, en lo que refiere al número de trabajadores. En esta área, se realizan actividades de pesaje, en la cual se realiza el pesado de los residuos de aluminio que ingresan a la planta recicladora, una vez reciclado, se clasifica el material, en esta actividad, los trabajadores se exponen al polvo que viene incluido dentro de los residuos que llegan a la planta.

Figura 6

Área de pesaje



Nota. El área de pesaje es un área en la que consta de una báscula para pesar el aluminio procesado.

Finalmente, en empaque, los trabajadores manipulan los residuos clasificados, y son empacados antes de ser enviados a los hornos de fundición. En esta actividad, la exposición al material particulado es mínima, sin embargo, durante la manipulación de residuos se presentan polvos que son producto de la suciedad del material reciclado.

Pelado de cables.

En esta área de la empresa laboran 4 trabajadores, que se encargan de pelado de cables que vienen a la empresa. Utilizan herramientas de pelado con el propósito de quitar el revestimiento que tienen los cables de aluminio que llegan a la planta. En esta actividad,

los trabajadores manipulan cables sucios o llenos de polvo, por lo tanto, también se exponen al material particulado.

Figura 7

Área de pelado de cables



Nota. En el área de pelado de cables se evidencia un desorden de trabajo, lo que deriva en una acumulación de polvo, material nocivo para la salud.

Corte

Esta es una de las zonas que más concentración de material particulado presenta, y esto debido a que el trabajador que se encuentra en esta área opera una sierra industrial para realizar los cortes del aluminio en tamaños más pequeños para que sean de fácil manipulación para su transporte y almacenaje.

El área de corte es una de las áreas de mayor afectación debido a la liberación de limallas de corte, polvo generado por los residuos y suciedad acumulada por la falta de orden en el área de trabajo. Los trabajadores omiten la señalética de seguridad, es por ello, que carecen del uso del EPP.

En la figura 4 y 5, se evidencia el espacio de trabajo ocupado por el área de corte.

Figura 8

Área de corte



Nota. En el área de corte se evidencia que la planta de un orden en el espacio de trabajo, trae consigo la acumulación de polvos y partículas metálicas, derivados del proceso de corte.

Figura 9

Área de corte



Nota. El área de corte está compuesta por un galpón de gran extensión que permite la circulación de un montacargas por el sector para movilizar el material cortado.

La actividad de corte libera limalla de aluminio que trae consigo que se libere material particulado al aire libre en diferentes aspectos, como partículas a altas velocidades que pueden impactar en el cuerpo y ojos, o como partículas que quedan suspendidas en el aire que son fácilmente respirables por el operador.

Administración

Esta es una de las áreas más seguras de la empresa debido a que es una oficina cerrada, en la cual trabajan dos personas que realizan actividades administrativas y no tienen exposición directa al material particulado. En la figura 6, se evidencia que el lugar se encuentra aislado del polvo y vapores metálicos.

Figura 10

Planta administrativa



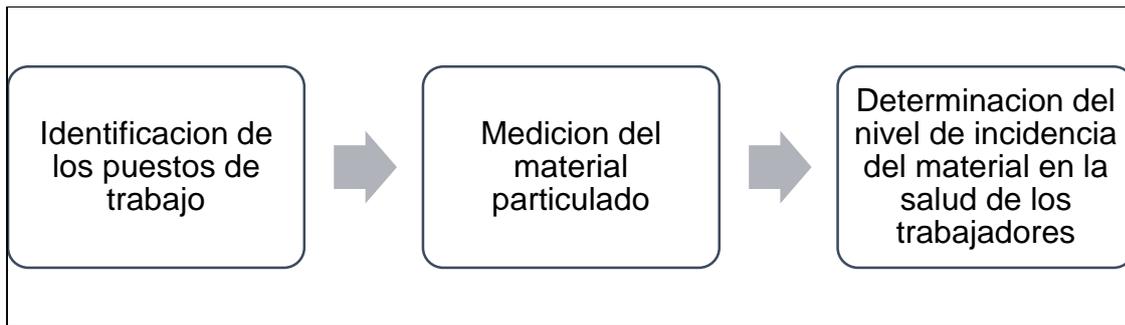
Nota. En la planta administrativa, la presencia de material particulado es en bajas proporciones debido a que es un lugar cerrado tanto en puertas, como ventanas, lo que permite mantener aislados a los trabajadores de la exposición al material particulado.

Proceso Productivo

El proyecto de investigación, es netamente experimental, por lo tanto, se realizarán mediciones en planta con el propósito de conocer el nivel de concentración de material particulado en la planta, así como, determinar el nivel de incidencia que tiene en la salud de los trabajadores de la empresa ALUMINEX, es por ello, que el proceso de medición se ejecutara de la siguiente manera:

Figura 11

Proceso de medición del material particulado.



Identificación de los puestos de trabajo

En este proceso, se realiza una visita a la planta con el propósito de conocer las áreas de trabajo, así como el número de trabajadores que laboran en cada espacio. De la misma manera, se identifica las actividades que se realizan dentro de los puestos de trabajo con el propósito de conocer si los procesos liberan material particulado y determinar el nivel de exposición que tienen los trabajadores.

Con la identificación de puestos de trabajo en la empresa ALUMINEX se logra establecer los puntos en donde se realizarán las mediciones de calidad de aire.

Medición del material particulado

Para la medición del material particulado, en primer lugar, se debe seleccionar el instrumento con el cual se realizará la medición. Este equipo debe cumplir con las exigencias requeridas para llevar a cabo una medición efectiva y que los resultados obtenidos, permitan proponer acciones preventivas para mejorar la salud de los trabajadores.

El equipo utilizado es una Bomba de captación de aire de marca Casella, que debe ser correctamente calibrado para proporcionar resultados confiables de la medición. Una vez seleccionado el equipo de medición, se debe establecer los sitios donde se realizarán las mediciones y, en el mismo sitio, se debe ubicar las estaciones de medición y monitoreo de la calidad de aire.

El registro de las mediciones se lo realizara durante 8 horas, en un periodo comprendido de 8 horas laborales en un tiempo de 6 días, tomando en cuenta los tiempos de mayor exposición que tiene el trabajador en las áreas donde exista la concentración de

material particulado. Para la medición de la calidad de aire dentro de las áreas de trabajo de la empresa ALUMINEX se debe considerar los siguientes aspectos:

- Temperatura
- Variación del medidor
- Condiciones climáticas
- Niveles de otros contaminantes

Determinación del nivel de incidencia del material particulado en la salud de los trabajadores

Una vez que se tenga el registro de las mediciones tomadas por el instrumento y que estén correctamente registradas, tal cual se presentan en el anexo 1. Tabla de registro de mediciones, se procede a determinar el nivel de concentración del material particulado.

La ventaja del medidor, es que se podrá determinar el tamaño del material particulado, entonces, a través de estos resultados de la medición, se podrán establecer los riesgos que tienen los trabajadores al estar expuestos al polvo o material particulado de aluminio que deriva de sus puestos de trabajo.

Para poder acondicionar el lugar de trabajo, se debe realizar las comparaciones del nivel de concentraciones del material particulado existente en la empresa, con los niveles recomendados por el Instrumento Normativo Español "Límites de Exposición Profesional para agentes Químicos (ver Anexo 6), con el propósito de conocer el nivel de riesgo que tienen los trabajadores en cada puesto de trabajo.

La matriz de riesgos por material particulado, básicamente es una matriz que relaciona los niveles permisibles de concentración que puede soportar una persona, con los niveles expuestos en el lugar de trabajo.

Para conocer la afectación que tienen los trabajadores que están expuestos en las zonas de mayor concentración de material particulado, se realizara una encuesta con preguntas cerradas sobre la situación de salud de cada trabajador, en la cual, a través de los resultados obtenidos por la encuesta, se podrá confirmar el nivel de afectación que tiene el nivel de concentración de material particulado en los trabajadores.

Cabe resaltar, que la calidad del aire, no solamente es la ausencia de material particulado en el lugar de trabajo, sino también refiere a las condiciones de humedad a la que están expuestos los trabajadores, y estos datos se los obtiene directamente desde el medidor de calidad de aire, con el propósito de establecer mejoras en el puesto de trabajo y potenciar la productividad en los trabajadores y producción en la empresa.

Desarrollo del tema

Desarrollo objetivo 1

Diagnosticar las condiciones sub estándares derivado del material particulado de las áreas de trabajo.

Para el diagnostico de las condiciones sub estándares de las áreas de trabajo, se aplicó en check-list para cada lugar de trabajo, tal como se muestra a continuación

Tabla 6

Check-list para el diagnóstico del área de fundición

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural		X		
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos			X	En el área de fundición no existe circulación de vehículos.
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías respiratorias durante toda la jornada laboral.		X		

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnóstico en el área de fundición mediante la implementación del check-list, se puede identificar que en el área de fundición se cumple solo con un aspecto siendo este el 8%, por lo tanto 72% está incumpliendo y trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 7*Check-list del área de almacenamiento de ceniza*

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	X			
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos		X		
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
respiratorias durante toda la jornada laboral.				

Nota Tomado de.(Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnostico en el área de fundición mediante la implementación del check-list, se puede identificar que en el área de almacenamiento de ceniza se cumple solo con dos aspecto siendo este el 16%, por lo tanto 64% está incumpliendo y los trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 8

Check-list del área de corte

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	X			
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos		X		
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías respiratorias durante toda la jornada laboral.		X		

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnóstico en el área de fundición mediante la implementación del check-list, se puede identificar que en el área de corte se cumple solo con dos aspectos siendo este el 16%, por lo tanto 64% está incumpliendo y los trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla. 9

Check-list del área de pesaje

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	X			
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos		X		
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías respiratorias durante toda la jornada laboral.		X		

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnostico en el área de pesaje mediante la implementación del check-list, se puede identificar que en el área de fundición se cumple solo con dos aspectos siendo este 16%, por lo tanto 64% está incumpliendo y los trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 10*Check-list del área de clasificación*

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	X			
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos		X		
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
respiratorias durante toda la jornada laboral.				

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnóstico en el área de clasificación mediante la implementación del check-list, se pudo identificar que se cumple con dos aspectos siendo este el 16%, por lo tanto el 64% está incumpliendo y los trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 11

Check-list del área de empaque

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	X			
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos		X		
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		
El área cuenta con señalética de seguridad	X			

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores				
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías respiratorias durante toda la jornada laboral.		X		

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnóstico en el área de empaque mediante la implementación del check-list, se pudo identificar que se cumple con dos aspectos siendo este el 16%, por lo tanto el 64% está incumpliendo y los trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 12

Check-list del área de pelado de cable

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	X			
El área cuenta con ductos de ventilación artificial		X		
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo		X		
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas		X		
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones		X		
Los trabajadores se protegen las vías respiratorias durante toda la jornada laboral.		X		

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnostico en el área de pelado de cable mediante la implementación del check-list, se pudo identificar que se cumple con dos aspectos siendo este el 16%, por lo tanto el 64% está incumpliendo y los trabajadores se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 13*Check-list del área de administración*

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El área se encuentra abierta a la ventilación natural			X	
El área cuenta con ductos de ventilación artificial	X			
El área cuenta con control de velocidad para los vehículos			X	
El área cuenta con sistema de humidificación para el suelo			X	
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas			X	
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	X			
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones			X	
Los trabajadores se protegen las vías		X		

Aspecto	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
				respiratorias durante toda la jornada laboral.

Nota. Tomado de (Garrido, 2016)

Al finalizar el diagnóstico en el área de administración mediante la implementación del check-list, se pudo identificar que no se cumple con un aspecto siendo este el 16%, por lo tanto el 64% está cumpliendo y los trabajadores no se encuentran en peligro en esta área.

Tabla 14

Número de trabajadores afectados por cada Aspecto y Área

Aspecto	Área	N° Trabajadores afectados	N° Trabajadores no afectados
	fundición	2	
	almacenamiento de ceniza		1
El área se encuentra abierta a la ventilación natural	corte	1	
	pesaje	2	
	clasificación		2
	empaque	2	
	pelado de cable	2	
	administración		2
El área cuenta con ductos de ventilación artificial	fundición	2	
	almacenamiento de ceniza	1	
	corte	1	

Aspecto	Área	N° Trabajadores afectados	N° Trabajadores no afectados
	pesaje	2	
	clasificación	2	
	empaque	2	
	pelado de cable	2	
	administración		2
	fundición		2
	almacenamiento de		
	ceniza	1	
El área cuenta con	corte	1	
control de velocidad	pesaje	2	
para los vehículos	clasificación	2	
	empaque	2	
	pelado de cable	2	
	administración		2
	fundición	2	
	almacenamiento de		
	ceniza	1	
El área cuenta con	corte	1	
sistema de	pesaje	2	
humidificación para	clasificación	2	
el suelo	empaque	2	
	pelado de cable	2	
	administración		2
	fundición	2	

Aspecto	Área	N° Trabajadores afectados	N° Trabajadores no afectados
	almacenamiento de ceniza	1	
El traslado de material se realiza en tolvas cubierto con lonas	corte	1	
	pesaje	2	
	clasificación	2	
	empaque	2	
	pelado de cable	2	
	administración		2
	fundición		2
El área cuenta con señalética de seguridad para prevenir la inhalación de polvos, gases y vapores	almacenamiento de ceniza		1
	corte		1
	pesaje		2
	clasificación		2
	empaque		2
	pelado de cable		2
	administración		2
	fundición	2	
Los trabajadores cuentan con ropa adecuada para realizar sus operaciones	almacenamiento de ceniza	1	
	corte	1	
	pesaje	2	
	clasificación	2	
	empaque	2	

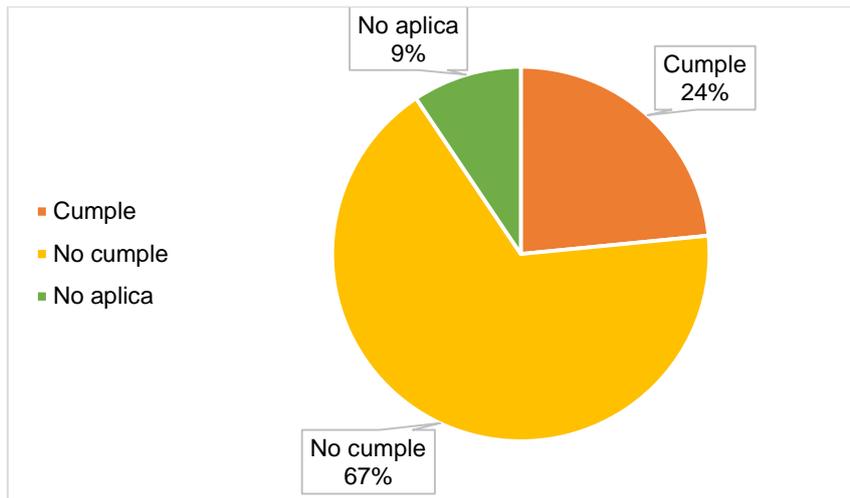
Aspecto	Área	N°	N°
		Trabajadores afectados	Trabajadores no afectados
	pelado de cable	2	
	administración		2
	fundición	2	
	almacenamiento de		
Los trabajadores se	ceniza	1	
protegen las vías	corte	1	
respiratorias durante	pesaje	2	
toda la jornada	clasificación	2	
laboral.	empaque	2	
	pelado de cable	2	
	administración	2	

Nota: Total de trabajadores afectado y no afectados por área

Al término de la evaluación de las condiciones sub estándar de los puestos de trabajo, se realizó un Check-list de 64 aspectos ambientales los cuales demuestra las falencias que tiene cada área establecida por la empresa. En la siguiente gráfica, se aprecia el resultado de la evaluación:

Figura 12

Resultados de la aplicación del check-list



Nota. El resultado del Check-list, se puede apreciar que, de los 64 aspectos evaluados, únicamente el 24% cumple con las condiciones de seguridad, mientras que el 67% no cumple, entre ellas, podemos manifestar la falta de controles operacionales tanto en el medio ambiente de trabajo, como en los trabajadores.

Por lo tanto, el desarrollo del presente proyecto es factible puesto que tiene el propósito de mejorar las condiciones de trabajo y disminuir los riesgos por material particulado en los trabajadores de la empresa ALUMINEX.

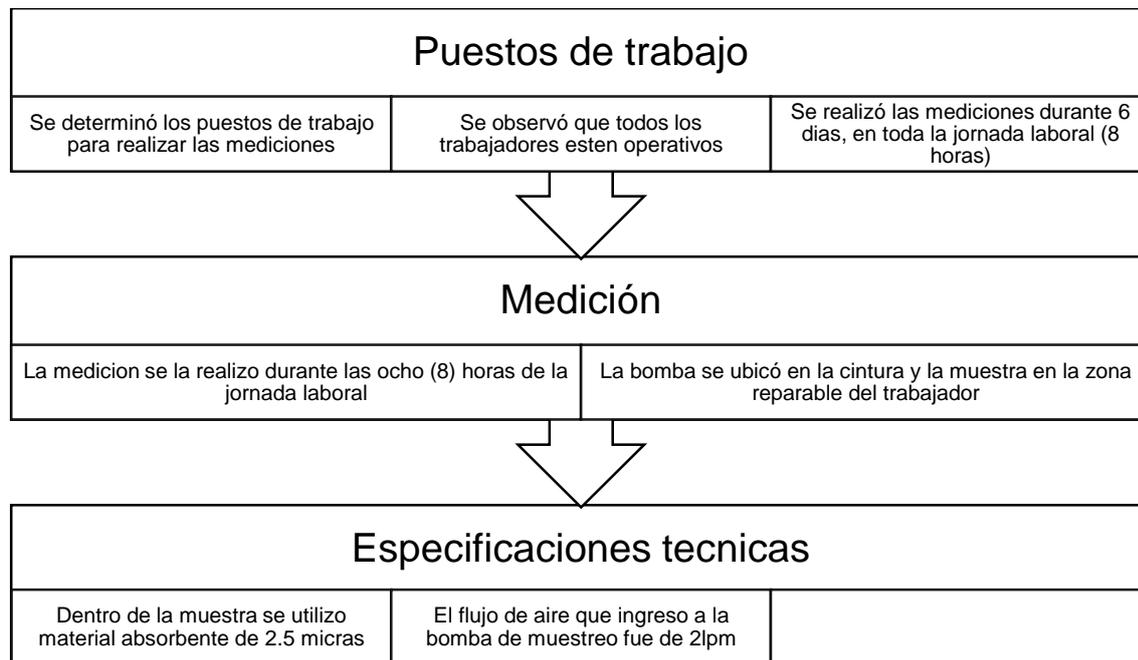
Desarrollo objetivo 2

Determinar el nivel de riesgo laboral existente debido a la exposición de material particulado al que están expuestos los trabajadores de las áreas de trabajo.

Para el cumplimiento del siguiente objetivo, se delimito las actividades a ejecutarse para lograr el objetivo propuesto, tal como se menciona en la metodología del presente proyecto, las actividades siguen un orden secuencial, con el propósito de lograr resultados efectivos de la medición. En el siguiente grafico se expone las actividades a realizarse para la determinar si la concentración de material particulado, genera riesgo en los trabajadores.

Figura 13

Proceso de determinación de material particulado



Nota. En el siguiente gráfico, se expone las actividades para realizar las mediciones de material particulado en la empresa ALUMINEX

Resultados de las mediciones de fracciones respirables de aluminio

Este apartado servirá para explicar el estudio de higiene industrial de medición de fracciones respirables (Material particulado) de aluminio, realizado a los puestos de trabajo de cada área. Los estudios se realizaron cuando la empresa estaba en sus actividades normales.

Duración de las mediciones de fracciones respirables de aluminio

Para definir este parámetro fundamental se aplicó el Real Decreto 374/2001, donde indica que la duración de la medición en cada puesto de trabajo ha de ser de un máximo de 8 horas de exposición diaria (ED), en una jornada de 8 horas laborables. En tal virtud en el puesto de trabajo se realizara una medición de 8 horas diarias por cada puesto de trabajo.

Una vez que se determine el proceso para realizar las mediciones de concentración de material particulado en las instalaciones de la empresa, en la siguiente tabla se expone los resultados de las mediciones en cada una de las áreas:

Tabla 15

Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de corte

Proceso	Valor medido	Unidades	Valor de	Tiempo de exposición	Dosis	Fecha de medición
			referencia mg/m ³ (LEPE 2021)			
Proceso de corte	1.3	mg/m ³	1	8 horas	1.3	03/07/2023 08h00- 17h30

Nota. Los valores para la determinación del riesgo por material particulado de Aluminio (fracción respirable) están basados en la normativa española de Límites de exposición profesional para agentes químicos en España – 2021 que indica que el nivel de concentración permisible de PPM es de 1mg/m³ en función de la exposición Diaria.

Al finalizar la medición de material particulado en el proceso de corte, se pudo identificar que existe un valor medio de 1.3 el cual supera al valor referencial en mg/m³ que es como máximo 1, y de esta manera se puede interpretar que si existe riesgo potencial que puede afectar a la salud de los trabajadores.

Posteriormente se aplica la siguiente formula la cual calcula la exposición diaria a la cual está expuesto el trabajador durante la jornada de trabajo:

$$EC = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Donde:

- c_i = Concentración estimada dentro de cada periodo

- t_i = Tiempo de exposición en horas, asociado a cada valor C_i

Aplicando los datos a la fórmula anterior, se obtiene:

$$ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

$$ED = \frac{(1.3)(8)}{8}$$

$$ED = 8 \text{ H}$$

$$ED = 1.3 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Se puede observar que la exposición presente es de 1.3 mg/m³, valor superior al límite que corresponde al Aluminio (fracción respirable) VLA – ED ppm-mg/m³, que corresponde a 1 mg/m³, evidenciando un riesgo para los trabajadores.

Tabla 16

Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de pelado de cable

Proceso	Valor medido	Unidades	Valor de	Tiempo de exposición	Dosis	Fecha de medición
			referencia mg/m ³ (LEPE 2021)			
Proceso de pelado de cable	1.1	mg/m ³	1	8 horas	1.1	04/07/2023 08h00- 17h30

Nota. Los valores para la determinación del riesgo por material particulado de Aluminio (fracción respirable) están basados en la normativa española de Límites de exposición profesional para agentes químicos en España – 2021 que indica que el nivel de concentración permisible de PPM es de 1mg/m³ en función de la exposición diaria.

Al finalizar la medición de material particulado en el proceso de pelado de cable, se pudo identificar que existe un valor medio de 1.1 el cual supera al valor referencial en

mg/m³ que es como máximo 1, y de esta manera se puede interpretar que si existe riesgo potencial que puede afectar a la salud de los trabajadores.

Posteriormente se aplica la siguiente fórmula la cual calcula la exposición diaria a la cual está expuesto el trabajador durante la jornada de trabajo:

$$EC = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Donde:

- c_i = Concentración estimada dentro de cada periodo
- t_i = Tiempo de exposición en horas, asociado a cada valor C_i

Aplicando los datos a la fórmula anterior, se obtiene:

$$ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

$$ED = \frac{(1.1)(8)}{8}$$

$$ED = 8 \text{ H}$$

$$ED = 1.1 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Se puede observar que la exposición presente es de 1.1 mg/m³, valor superior al límite que corresponde al Aluminio (fracción respirable) VLA – ED ppm-mg/m³, que corresponde a 1 mg/m³, evidenciando un riesgo para los trabajadores.

Tabla 17

Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de pesaje y transporte de material pesado.

Proceso	Valor medido	Unidades	Valor de	Tiempo de exposición	Dosis	Fecha de medición
			referencia mg/m ³ (LEPE 2021)			

Proceso de pesaje y transporte de material pesado	0.8	mg/m ³	1	8 horas	0.8	05/07/2023 08h00 17h30
---	-----	-------------------	---	---------	-----	------------------------------

Nota. Los valores para la determinación del riesgo por material particulado de Aluminio (fracción respirable) están basados en la normativa española de Límites de exposición profesional para agentes químicos en España – 2021 que indica que el nivel de concentración permisible de PPM es de 1mg/m³ en función de la exposición Diaria.

Al finalizar la medición de material particulado en el proceso de pesaje y transporte de material pesado, se pudo identificar que existe un valor medio de 0.8 el cual no supera al valor referencial en mg/m³ que es como máximo 1, de esta manera se puede interpretar que no existe riesgo potencial que puede afectar a la salud de los trabajadores, sin embargo es conveniente tomar medidas correctivas.

Posteriormente se aplica la siguiente formula la cual calcula la exposición diaria a la cual está expuesto el trabajador durante la jornada de trabajo:

$$EC = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Donde:

- c_i = Concentración estimada dentro de cada periodo
- t_i = Tiempo de exposición en horas, asociado a cada valor C_i

Aplicando los datos a la fórmula anterior, se obtiene:

$$ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

$$ED = \frac{(0.8)(8)}{8}$$

$$ED = 8 \text{ H}$$

$$ED = 0.8 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Se puede observar que la exposición presente es de 0.8 mg/m³, valor que no superior al límite que corresponde al Aluminio (fracción respirable) VLA – ED ppm-mg/m³, que corresponde a 1 mg/m³, evidenciando que no existe riesgo para los trabajadores.

Tabla 18

Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de reciclaje

Proceso	Valor medido	Unidades	Valor de	Tiempo de exposición	Dosis	Fecha de medición
			referencia mg/m ³ (LEPE 2021)			
Proceso de reciclaje	0.7	mg/m ³	1	8 horas	0.8	06/07/2023 08h00 17h30

Nota. Los valores para la determinación del riesgo por material particulado de aluminio (fracción respirable) están basados en la normativa española de Límites de exposición profesional para agentes químicos en España – 2021 que indica que el nivel de concentración permisible de PPM es de 1mg/m³ en función de la exposición Diaria.

Al finalizar la medición de material particulado en el proceso de reciclaje, se pudo identificar que existe un valor medio de 0.7 el cual no supera al valor referencial en mg/m³ que es como máximo 1, de esta manera se puede interpretar que no existe riesgo potencial que puede afectar a la salud de los trabajadores, sin embargo es conveniente tomar medidas correctivas.

Posteriormente se aplica la siguiente formula la cual calcula la exposición diaria a la cual está expuesto el trabajador durante la jornada de trabajo:

$$EC = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Donde:

- c_i = Concentración estimada dentro de cada periodo
- t_i = Tiempo de exposición en horas, asociado a cada valor C_i

Aplicando los datos a la fórmula anterior, se obtiene:

$$ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

$$ED = \frac{(0.7)(8)}{8}$$

$$ED = 8 \text{ H}$$

$$ED = 0.7 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Se puede observar que la exposición presente es de 0.7 mg/m³, valor que no superior al límite que corresponde al Aluminio (fracción respirable) VLA – ED ppm-mg/m³, que corresponde a 1 mg/m³, evidenciando que no existe riesgo para los trabajadores.

Tabla 19

Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de fundición de aluminio.

Proceso	Valor medido	Unidades	Valor de	Tiempo de exposición	Dosis	Fecha de medición
			referencia mg/m ³ (LEPE 2021)			
Proceso de fundición de aluminio	1.2	mg/m ³	1	8 horas	1.2	07/07/2023 08h00 17h30

Nota. Los valores para la determinación del riesgo por material particulado de aluminio (fracción respirable) están basados en la normativa española de Límites de exposición profesional para agentes químicos en España – 2021 que indica que el nivel de concentración permisible de PPM es de 1mg/m³ en función de la exposición Diaria.

Al finalizar la medición de material particulado en el proceso de pelado de cable, se pudo identificar que existe un valor medio de 1.2 el cual supera al valor referencial en

mg/m³ que es como máximo 1, y de esta manera se puede interpretar que si existe riesgo potencial que puede afectar a la salud de los trabajadores.

Posteriormente se aplica la siguiente fórmula la cual calcula la exposición diaria a la cual está expuesto el trabajador durante la jornada de trabajo:

$$EC = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Donde:

- c_i = Concentración estimada dentro de cada periodo
- t_i = Tiempo de exposición en horas, asociado a cada valor C_i

Aplicando los datos a la fórmula anterior, se obtiene:

$$ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

$$ED = \frac{(1.2)(8)}{8}$$

$$ED = 8 \text{ H}$$

$$ED = 1.2 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Se puede observar que la exposición presente es de 1.2 mg/m³, valor superior al límite que corresponde al Aluminio (fracción respirable) VLA – ED ppm-mg/m³, que corresponde a 1 mg/m³, evidenciando un riesgo para los trabajadores.

Tabla 20

Resultados de las mediciones de material particulado del proceso de almacenamiento de ceniza

Proceso	Valor medido	Unidades	Valor de	Tiempo de exposición	Dosis	Fecha de medición
			referencia mg/m ³ (LEPE 2021)			

Proceso de						07/07/2023
almacenamiento	1.4	mg/m ³	1	8 horas	1.4	08h00
de ceniza						17h30

Nota. Los valores para la determinación del riesgo por material particulado de aluminio (fracción respirable) están basados en la normativa española de Límites de exposición profesional para agentes químicos en España – 2021 que indica que el nivel de concentración permisible de PPM es de 1mg/m³ en función de la exposición Diaria.

Al finalizar la medición de material particulado en el proceso de almacenamiento de ceniza, se pudo identificar que existe un valor medio de 1.4 el cual supera al valor referencial en mg/m³ que es como máximo 1, y de esta manera se puede interpretar que si existe riesgo potencial que puede afectar a la salud de los trabajadores.

Posteriormente se aplica la siguiente formula la cual calcula la exposición diaria a la cual está expuesto el trabajador durante la jornada de trabajo:

$$EC = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Donde:

- c_i = Concentración estimada dentro de cada periodo
- t_i = Tiempo de exposición en horas, asociado a cada valor C_i

Aplicando los datos a la fórmula anterior, se obtiene:

$$ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

$$ED = \frac{(1.4)(8)}{8}$$

$$ED = 8 \text{ H}$$

$$ED = 1.4 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Se puede observar que la exposición presente es de 1.4 mg/m³, valor superior al límite que corresponde al Aluminio (fracción respirable) VLA – ED ppm-mg/m³, que corresponde a 1 mg/m³, evidenciando un riesgo para los trabajadores.

Desarrollo objetivo 3

Implementar medidas preventivas y correctivas en base a un plan de acción en las áreas de trabajo de la empresa.

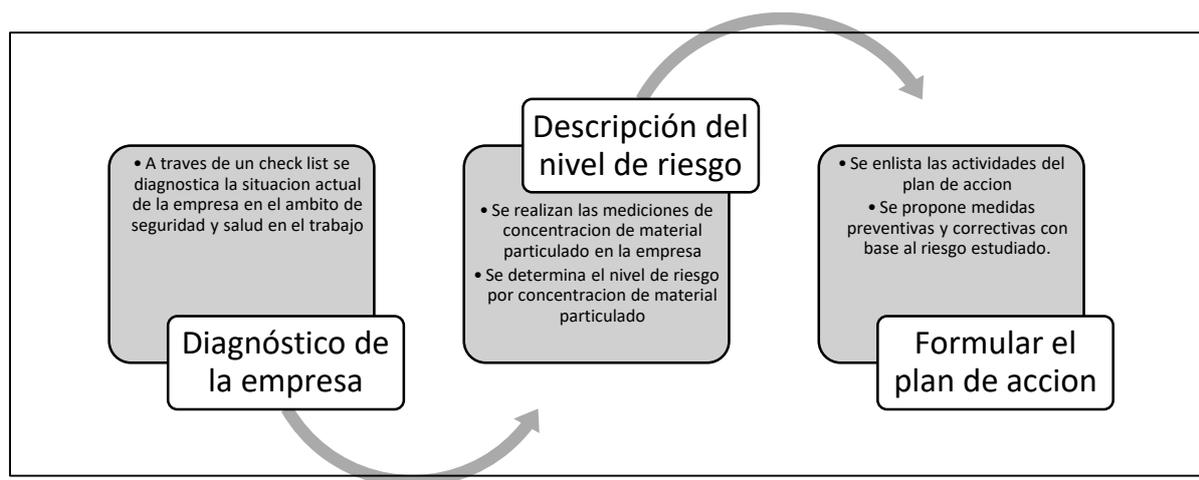
Las medidas preventivas y correctivas para la disminución y prevención de enfermedades profesionales derivadas de la exposición al material particulado por parte de los trabajadores de la empresa ALUMINEX, están delimitadas dentro del plan de acción que se plantea a continuación.

El plan de acción es una planificación que se propone a la empresa con el propósito de llevar de forma efectiva la Gestión del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional en la empresa ALUMINEX, en la cual se designa actividades, fechas de ejecución, responsables y resultados esperados.

Para la elaboración del Plan de Acción, se tomó en consideración, tres pasos importantes, de tal forma, que el plan propuesto, tenga un impacto significativo dentro de los procesos productivos de la empresa. En la siguiente figura se describe los pasos para la elaboración del plan.

Figura 14

Fases para la elaboración del plan de acción de Seguridad



Nota. Las actividades descritas, previas a la formulación del plan de acción, se han desarrollado en los puntos desarrollo del objetivo 1 y desarrollo del objetivo 2 de este documento.

Descripción de la dotación y mantenimiento de Equipos de Protección Personal (EPP)

En el presente plan de acción se plantean actividades que se implementaran en la empresa y que serán de mucha ayuda y beneficio para la mejora las condiciones de trabajo en las que operan los trabajadores por cada área.

El plan consta de la selección, dotación, y mantenimiento de Equipos de Protección Personal (EPP), donde la empresa tendrá directrices para escoger de manera técnica los EPPS para los trabajadores que están siendo afectados, además de la dotación para el control de la entrega de EPPS.

Cada equipo de Protección Personal que se entregue al personal será revisado y verificado por el personal de seguridad de acuerdo a lo que se indica en las fichas técnicas con las que cuente el presente trabajo de titulación el mismo que se encuentra en los anexo del documento, cabe recalcar que en el documento del plan de acción también existen directrices de cómo se debe de utilizar correctamente cada Equipo de Protección personal.

Descripción de directrices del uso correcto de equipos y herramientas

El plan también consta de directrices para el uso correcto de los equipos y herramientas que en este caso utilizan los trabajadores en cada área y en cada proceso productivo, de la misma manera la empresa tendrá directrices para escoger de manera técnica el uso correcto de cada herramienta y equipo que en este caso utilizaran los trabajadores dentro de cada proceso productivo.

Las máquinas y herramientas manuales y letricas como son la amoladora, la máquina de pelar cables y el horno de fundición estas son las que producen mas contaminación de material particulado es por eso que en el presente plan se encuentra establecido la utilización como también el EPP correcto que deben utilizar para dicha actividad.

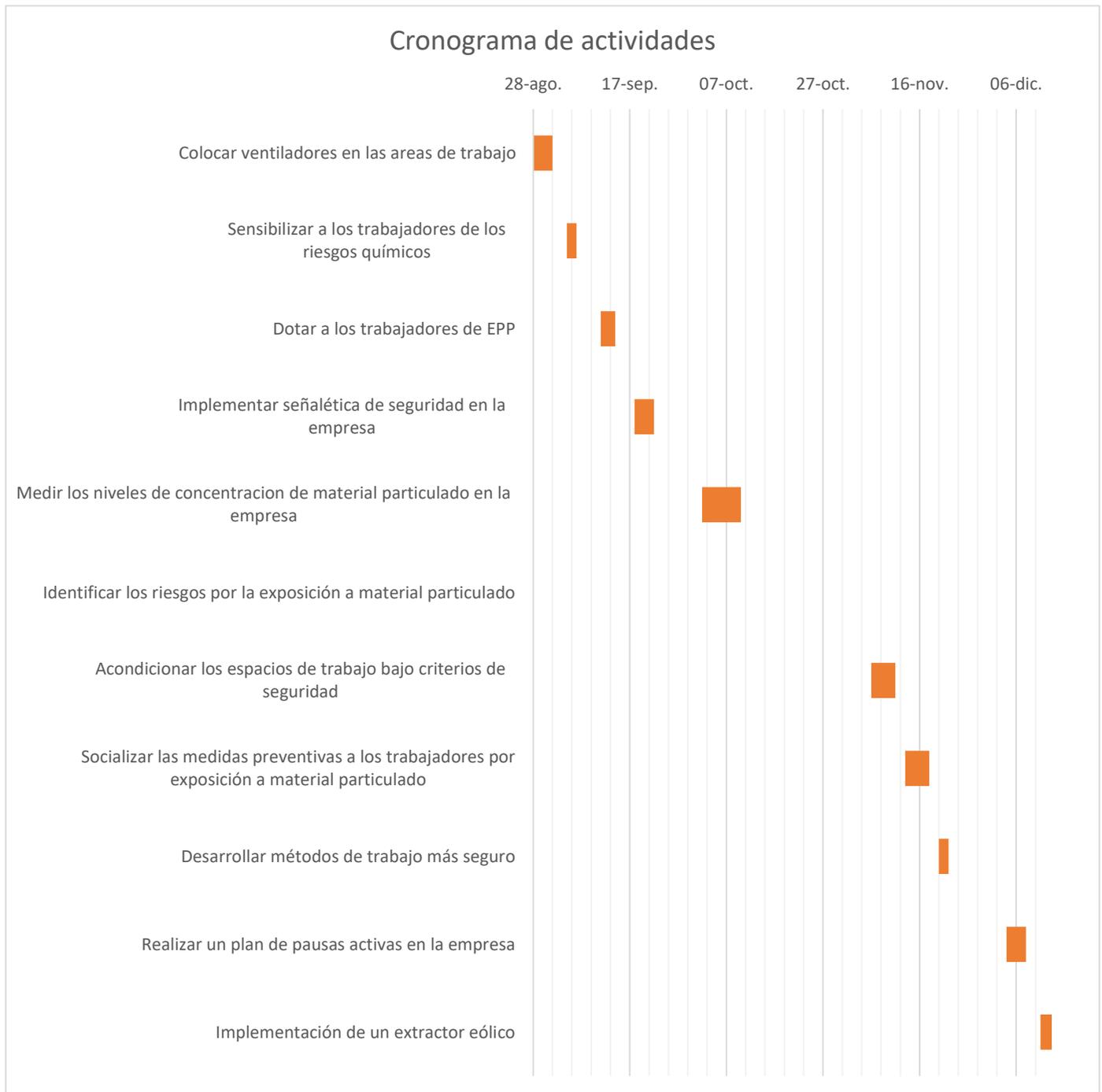
Descripción de actividades dentro de la empresa

También se presentan actividades a implementar dentro de la empresa como son implementación de extractores, implementación de ventiladores, implementación de actividades de pausas activas como también la mejora de del orden y limpieza de las áreas de trabajo lo cual dará solución y ayudara a prevenir enfermedades en los trabajadores por inhalación de material química como es el material particulado, todas las actividades e información presentada a continuación se encuentran disponibles y más detalladas dentro del plan de acción Anexo 18.

Cronograma

Figura 15

Cronograma de actividades a implementar en la empresa



Nota. El siguiente cronograma muestra las fechas establecidas en las que se debe implementar las actividades expuestas en el plan de acción, dicho cronograma tiene la tabla de fechas establecidas para la implementación de las actividades

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Una vez realizado el diagnóstico de las condiciones sub estándares derivadas del puesto de trabajo como material particulado, se determina que el 67% de estas no cumplen con los aspectos evaluados, como son falta de ventilación natural, dotación de EPP, señalética, también que métodos de trabajo no son adecuados.
- Luego de haber realizado la evaluación de las condiciones sub estándares que se derivan del material particulado mediante la aplicación del check-list se pudo evidenciar que en el área fundición es la más afectada cumpliendo solo con un aspecto como es este el área cuenta con señalética de seguridad para la prevención de inhalación de gases, polvos y vapores siendo este el 8%, por lo tanto el 72%, está incumpliendo por lo tanto los trabajadores se encuentran expuestos al peligro.
- Una vez que se realizaron las mediciones se pudo identificar que en las áreas de corte y fundición de aluminio, son las más afectadas por lo que se obtiene una concentración de aluminio (fracción respirable de $1.3 \text{ mg}/\text{m}^3$, en el área de corte teniendo una dosis de $1.3 \text{ mg}/\text{m}^3$, mientras que en el área de fundición de aluminio una concentración aluminio (fracción respirable de $1.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ con una dosis de $1.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ las mismas que sobrepasan los límites permisibles expuestos en la Normativa Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2021.
- Se propone un plan de acción en el mismo que engloba diferentes medidas preventivas como son, Diseño para implementación de medios de extracción y ventilación forzada de aire, dotación de EPP, acondicionamiento de los espacios de trabajo, Plan de pausas activas, enfocadas a disminuir y controlar los factores de riesgos predominantes en los puestos de trabajo.

Recomendaciones

- Que, la empresa asigne recursos económicos para la fase de implementación del sistema de ventilación y extracción como también la dotación de equipos de protección personal (EPP), siendo el aspecto más importante para los trabajadores en las diferentes áreas de trabajo.
- En base a la aplicación del chek-list en el área de fundición se determinó como la más afectada para lo cual se debe realizar anualmente mediciones de concentración de material particulado con el fin de tomar medidas correctivas con carácter urgente para mejorar las condiciones de trabajo.
- Enfocándose a los resultados que se obtuvieron de las mediciones en las áreas de trabajo se recomienda que la empresa cada 6 meses realice nuevas mediciones de concentraciones para verificar que los controles implementados dieron resultado durante el tiempo establecido.
- La implementación del plan acción propuesto para disminuir condiciones inseguras de trabajo, con carácter de urgente debido a que los trabajadores se encuentran expuestos a condiciones inadecuadas, y se evalúe semestralmente la eficacia con el fin de especificar una mejora continua de las acciones propuestas.

Glosario

CAN: La Comunidad Andina, integrada por Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú es un organismo internacional líder en integración en el continente, que trabaja por el mejoramiento de la calidad de vida de 115 millones de ciudadanos andinos.

PM 10: se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro).

Material particulado: el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico.

Bomba Casella: Muestreadores personales Ideal para el uso en una amplia gama de aplicaciones de muestreo sobre salud ocupacional. Las bombas personales TUFF para muestreo cubren una amplia gama de aplicaciones, desde simples muestreos de reducción de plomo y amianto, hasta la monitorización más especializada de higiene industrial que incluye polvos, gases y vapores.

Ckeck-list: Cuya traducción literal en español es lista de verificación, es un método de control que relaciona diversas tareas, actividades, conductas, etc., que deben seguirse para alcanzar un resultado de forma sistemática.

EPP: Son equipos, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades.

Dosis: La cantidad de una sustancia a la que se expone una persona durante un período de tiempo. La dosis es una medida de la exposición. Se expresa corrientemente en

Bibliografía

- AIRQUALITY. (29 de septiembre de 2022). *Material particulado del aire*. Obtenido de <https://www.airqualityproscan.com/blog/materialparticulado2>
- Alvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación científica*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución Política del Ecuador*. Montecristi: Asamblea Nacional del Ecuador.
- CAN. (2004). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decisión 584*. Cartagena: Comunidad Andina de Naciones.
- CAN. (2008). *Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decisión 597*. Cartagena: Comunidad Andina de Naciones.
- Cedeño, I. B. (2013). *Contaminación atmosférica e impacto en la salud de habitantes de la vía Manta-Rocafuerte, debido a concentraciones de MP10*. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Cevallos, R. M. (2020). *Plan para mitigar los riesgos químicos por exposición al material particulado en la hormigonera artesanal*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Chicaiza, M. P. (2021). *MEDICIÓN DE MATERIAL PARTICULADO MEDIANTE DETECTORES DIGITALES EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR TRABAJO NO EXPERIMENTAL*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Contreras, A. D. (2015). *Caracterización del material particulado del aire ambiente de la ciudad de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Dominguez, A. (2000). *Química Analítica Ambiental*. Jaen, España: Universidad de Andaluzas.
- EMIS. (10 de Abril de 2023). *Aluminex S.A.* Obtenido de Tratamiento y Eliminación de Residuos: https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Aluminex_SA_es_8201247.html
- Escudero Sanchez, C. L., & Cortez Suarez, L. A. (2017). *Técnicas y Métodos Cualitativos para la Investigación Científica*. Machala: Colección Editorial.
- Fonseca, R. T. (2017). *“Evaluación a la exposición de polvo proveniente de productos alimenticios y su afectación a la salud de los trabajadores del área de producción de*

una empresa de elaboración de condimentos, ubicada en la ciudad de Quito en el año 2015. Elaboración de un . Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.

Hidalgo, I. V. (Mayo de 2016). *GESTIOPOLIS*. Obtenido de Tipos de estudio y metodos de investigacion : chrome-extension://efaidnbmnnnhttp://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf

IESS. (1967). *Reglamento General de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

INSST. (2017). *Coste-Beneficio de la prevencion de riesgos laborales varios*. España: Instituto Nacional de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

INSST. (2021). *Limites de Exposicion Profesional para Agentes Quimicos*. España: Instituto Nacional de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Lupera, M. F. (2015). *Evaluacion de la contaminacion atmosferica de la ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

Malo, G. E. (2020). *Evaluación de la concentración de material particulado generado por el trabajo de obra blanca en la empresa C&C*. Monteria: Universidad de Cordoba.

Maya, E. (2014). *Metodos y Tecnicas de Investigacion*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

Ministerio del Ambiente. (2011). *Norma de Calidad de Aire Ambiente o Nivel de Inmision Libro VI*. Quito: Ministerio del Ambiente Ecuador.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Texto Unico de Legislacion Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito: Ministerio del Ambiente.

Moran Delgado , G., & Alvarado Cervantes, D. (2010). *Metodos de Investigacion*. Mexico: Pearson Custom.

PCE. (04 de Junio de 2023). *Medidor de particulas PCE-MPC-10*. Obtenido de PCE-INSTRUMENTS: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-polvo/medidor-particulas-pce-mpc-10.htm>

Rosero, C. H. (2016). *Material Particulado y su incidencia en la salud de los trabajadores de la empresa de calzado CM Original*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

- Taco, R. (2023). *Determinacion del nivel de riesgo por concentracion de PPM en la empresa ALUMINEX*. Latacunga: ESPE.
- Vidal, I. A. (2012). *Integracion de la Calidad del Aire en la Planificacion Fisica*. Madrid: Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Montes.
- Vivas, F. M. (2014). *Cuantificacion del material particulado PM10 y su efecto toxicologico en la ciudad de Azogues*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Anexos