



Diseño de una propuesta de control a los riesgos mediante la caracterización de las afecciones a la salud de los trabajadores expuestos al proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente en la empresa Pavimentos Andinos S.A

Karen Victoria Marulanda Grateron

Laura Milena Bayona Porras

María Judit Martínez Puerto

Corporación Universitaria Minuto De Dios

Rectoría Regional Santanderes

Centro Regional Bucaramanga / Bucaramanga (Santander)

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Mayo de 2023

Diseño de una propuesta de control a los riesgos mediante la caracterización de las afecciones a la salud de los trabajadores expuestos al proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente en la empresa Pavimentos Andinos S.A

Karen Victoria Marulanda Grateron

Laura Milena Bayona Porras

María Judit Martínez Puerto

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesor(a)

Juan Sebastián Dugarte Mendoza

Diego Andrés Angarita Moncada

Corporación Universitaria Minuto De Dios

Rectoría Regional Santanderes

Centro Regional Bucaramanga (Santander)

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Mayo de 2023

Dedicatoria

A mí madre quien es la responsable de todo lo que soy hoy en día, a mi hija por brindarme más energía y motivación a mejorar por ella, a mi compañero de vida por tenerme paciencia y brindarme todo su apoyo, a mí por demostrarme cada día más que puedo lograr muchas más metas y a mis compañeras por acompañarme en este camino.

KAREN VICTORIA MARULANDA GRATERÓN

A mis padres por acompañarme en cada proyecto y en la búsqueda de ser mejor persona y profesional. También se la dedico a mi abuela, quién es esa luz que me anima cada día para continuar. A mis hermanos, por todo su apoyo incondicional y en cumplimiento de que todo se puede lograr. A mis compañeras de proyecto, Quienes permanecieron y culminaron conmigo esta etapa personal y profesional.

LAURA MILENA BAYONA PORRAS

A mis padres María y Rafael, gracias por siempre entregar todo su apoyo en este camino del saber, ustedes son la razón y base de todos mis logros.

MARÍA JUDIT MARTÍNEZ PUERTO

Agradecimientos

A los docentes y directores del proyecto por transmitirnos los conocimientos e impulsos necesarios para no desfallecer y siempre cumplir con los logros trazados; además de mi jefe, compañeros de trabajo y colaboradores que fueron el objeto de estudio del trabajo realizado.

LAURA MILENA BAYONA PORRAS

Agradezco a los docentes y directores de este trabajo por su tiempo y el gran aporte que nos dieron, por todo el conocimiento que nos aportaron que nos permitieron avanzar y culminar este proyecto y este nuevo escalón de nuestra carrera, especialmente a la empresa Pavimentos Andinos S.A., por brindarnos la oportunidad de trabajar con ellos y sacar esto adelante.

KAREN VICTORIA MARULANDA GRATERÓN

Tabla de Contenido

Resumen 9

Abstract..... 11

Introducción..... 12

1. Justificación..... 13

2. Descripción del problema..... 14

 2.1. Planteamiento del problema..... 14

 2.2. Formulación de investigación..... 15

3. Objetivos 16

 3.1. Objetivo general..... 16

 3.2. Objetivos específicos 16

4. Marco referencial 17

 4.1. Marco histórico 17

 4.2. Marco Teórico..... 24

 Aplicación de mezclas asfálticas en caliente.....**¡Error! Marcador no definido.**

 Riesgo químico.....**¡Error! Marcador no definido.**

 Teoría de la propensión al accidente**¡Error! Marcador no definido.**

 4.3. Marco conceptual..... 29

 4.4. Marco legal 32

5. Metodología 35

 5.1. Tipo de investigación..... 35

 5.2. El Enfoque de la investigación 35

 5.3. Diseño de la investigación 35

 5.3.1 El procedimiento o fases 36

 5.4. Propósito 37

 5.5. Población y muestra poblacional 38

 5.6. Técnicas e instrumentos de recolección de información 38

5.7. Técnicas de análisis de la información	39
6. Presupuesto.....	39
7. Cronograma.....	40
8. Desarrollo de los objetivos.....	41
8.1. Caracterización del proceso de producción y aplicación de mezclas asfálticas en caliente	41
8.2. Determinar las afectaciones a la salud de los trabajadores	50
8.3. Evaluar los controles operacionales.....	56
8.3.1 Medidas en la fuente.....	56
8.3.2 Medidas en el medio.....	56
8.3.3 Medidas en el individuo	57
8.4. Propuesta de mejora.....	64
Sistema de recuperación de vapores.....	67
Sistemas de ventilación	67
Equipos de protección personal.....	67
Mediciones personales y ambientales	68
9. Conclusiones	68
10. Recomendaciones.....	70
Referencias bibliográficas	71

Lista de Tablas

Tabla 1 Promedios de exposición laboral	18
Tabla 2 Afecciones a la salud, según estudios	22
Tabla 3 Procesos de producción de mezclas asfálticas en caliente	25
Tabla 4 Procedimiento de aplicación de mezclas asfálticas	27
Tabla 5 Presupuesto	39
Tabla 6 Cronograma de trabajo	40
Tabla 7 Descripción del personal objeto de estudio	42
Tabla 8 Resultados de la información toxicológica	44
Tabla 9 Efectos crónicos producidos por la exposición a corto y largo plazo	45
Tabla 10 Enfermedades laborales por exposición a asfalto y su fabricación	46
Tabla 11 Primera pregunta: Grupo de trabajo al que pertenece	51
Tabla 12 Segunda pregunta: Tiempo de antigüedad en la empresa	51
Tabla 13 Tercera pregunta: Conoce usted los riesgos a los que está expuesto en su puesto de trabajo	51
Tabla 14 Cuarta pregunta: Indique cuales son los riesgos a los que se encuentra expuesto	52
Tabla 15 Quinta pregunta: La empresa le ha informado y capacitado sobre los riesgos a los que está expuesto	52
Tabla 16 Sexta pregunta: Considera que en su puesto de trabajo está expuesto a contaminantes químicos	52
Tabla 17 Séptima pregunta: Considera adecuado los EPP brindados por la empresa	53
Tabla 18 Octava pregunta: Se dispone de sistemas de ventilación adecuados	53

Tabla 19 Novena pregunta: Utiliza EPP respiratoria en exposición de corta duración o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas	53
Tabla 20 Decima pregunta: Considera que desde que ha desempeñado su cargo en la empresa ha presentado alguna condición de salud recurrente	54
Tabla 21 Undécima pregunta: Que síntomas ha presentado	54
Tabla 22 Doceava pregunta: Sufre de alguna enfermedad	54
Tabla 23 Treceava pregunta: Con qué frecuencia hace uso de los EPP's	55
Tabla 24 Medidas en la fuente	56
Tabla 25 Medidas en el medio	56
Tabla 26 Elementos de protección personal según la NIOSH	58
Tabla 27 Medidas de seguridad aplicadas en otras organizaciones	60
Tabla 28 Comparativo EPP NIOSH - PAVIANDI S.A.	62

Lista de figuras

Figura 1 Organigrama PAVIANDI S.A.	41
Figura 2 Plataforma de descargue	65
Figura 3 Aplicación de mezclas asfálticas en caliente	65
Figura 4 Planta de producción	66

Resumen

En el proyecto se caracterizó las afecciones a la salud de los empleados de la empresa Pavimentos Andinos S.A en los procesos de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas, analizando los datos e información de la empresa (base de datos de ausentismo) y de la aplicación de una encuesta para recolectar información en donde se evaluó el estado de salud de acuerdo con el tiempo de exposición y años de antigüedad, además de los controles que se aplican con respecto al riesgo químico. De acuerdo con lo anterior se propuso mejoras a los controles que aplican con el fin de minimizar el riesgo.

Palabras clave: Riesgo químico, Mezclas asfálticas, TLV, enfermedad laboral, mediciones higiénicas.

Abstract

The project characterized the health conditions of the employees of the company Pavimentos Andinos S.A. in the manufacturing and application processes of asphalt mixtures, analyzing the company's data and information (absenteeism database) and the application of a survey to collect information where the health status was evaluated according to the time of exposure and years of seniority, in addition to the controls applied with respect to chemical risk. According to the above, improvements were proposed to the controls applied in order to minimize the risk.

Keywords: Chemical risk, Asphalt mixes, TLV, occupational disease, hygienic measurements

Introducción

Las mezclas asfálticas en caliente son las producidas generalmente a temperaturas entre 150 a 180°C, según las características solicitadas y el ligante asfáltico que se emplee permite una variación en la composición y a su vez una mayor exposición por parte de los trabajadores a los contaminantes químicos expedidos en la emisión de gases, vapores y demás resultantes que se originan en el proceso de fabricación y aplicación de estas mezclas. (López, 2017).

De acuerdo con Arce (2017) el crecimiento empresarial y la industrialización que se ha presentado en las últimas décadas ha generado un aumento a la exposición de riesgos laborales, los cuales están relacionados con los accidentes, siniestros, o enfermedades laborales resultantes del desarrollo diario de sus actividades laborales.

Por tal motivo, se desea tener conocimientos sobre los contaminantes emitidos en los procesos de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente, que al mismo tiempo son los contaminantes a los que se encuentran expuestos los empleados involucrados en los procesos de producción y aplicación de la empresa Pavimentos Andinos S.A., que se dedica a la producción y comercialización de mezclas asfálticas en caliente, con asfaltos convencionales y asfaltos modificados, construcción, mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de vías urbanas y demás servicios.

En la presente investigación se hace referencia a la identificación y determinación de las posibles afectaciones a la salud a las que están proclives las personas que desempeñan labores diarias en los procesos de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente en la empresa Pavimentos Andinos S.A., así mismo se evaluó los

controles operacionales aplicados en la empresa para la reducción de los riesgos laborales que se pueden presentar en el desenvolvimiento de sus tareas, con el fin de poder diseñar una propuesta de mejora a estos controles implementados en pro de generar medidas más rigurosas para lograr un beneficio al personal y a la empresa.

1. Justificación

La implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo se rige con unos estándares mínimos por la Resolución 0312 de 2019. En Colombia la implementación de este sistema de gestión en el área civil y de infraestructura vial, es más exigente y se caracteriza por el aumento en el porcentaje del riesgo laboral, ya que las actividades que implementa los trabajadores se consideran de alto riesgo laboral (riesgo 5).

Pavimentos Andinos S.A. es una empresa dedicada a la producción de mezclas asfálticas en caliente; en los diferentes procesos de producción implementa su sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, donde se identifican sus peligros y se evalúan los riesgos; no obstante, en el proceso de producción y aplicación de mezclas, el personal se encuentra expuesto al riesgo químico principalmente por los gases y vapores.

Mediante el desarrollo del siguiente proyecto se busca presentar y describir las afectaciones a la salud de los trabajadores relacionados que se encuentran en las áreas de producción y aplicación de la mezcla asfáltica, por tal motivo la presente investigación tiene como fin evaluar y mejorar la gestión del riesgo químico en la empresa buscando un alto grado de prevención.

Así mismo poder concientizar a la empresa y a los trabajadores sobre los peligros a los que se encuentran expuestos en sus labores diarias, debido a que las mezclas asfálticas

son compuestos derivados de hidrocarburos aromáticos que se convierten en sustancias cancerígenas de acuerdo con la exposición (Moscote et al., 2012).

Con esta investigación se aborda la prevención y el control de las enfermedades laborales que se puedan generar de acuerdo con la gestión del riesgo químico en los procesos de producción y aplicación de mezclas asfálticas; además de realizar el seguimiento a las condiciones de salud de los trabajadores de la empresa y verificar el cumplimiento de la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de Pavimentos Andinos S.A.

2. Descripción del problema

2.1. Planteamiento del problema

En la industria de la infraestructura vial a nivel nacional es poca la importancia que se le ha dado a la investigación en materia de seguridad y salud en el trabajo con relación a las posibles enfermedades de origen laboral que pueden surgir de acuerdo al tiempo de exposición de los colaboradores que están a cargo del proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas; es por esto que es de vital interés identificar y evaluar oportunamente los peligros y riesgos para aplicar controles que prevengan a futuro una enfermedad laboral.

De ahí surge la necesidad que también manifiestan Moscote et al. (2012) de ahondar en el análisis de los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales que provengan de actividades de pavimentación con asfalto, ellos realizan experimentos en ratones simulando las actividades a las cuales están expuestas las personas de acuerdo a labores como: pavimentación al aire libre, en sitios cerrados y de acuerdo al tipo de compuesto que se

encuentran expuestos pues son diferentes partículas de hidrocarburos según el tipo de material que se requiere aplicar.

Los riesgos físicos y químicos se encuentran presentes en este tipo de actividades como lo describen Castillo et al. (2017) y son de vital importancia identificarlos para proteger la salud de los colaboradores pues son ellos quienes a corto, mediano o largo plazo presentan afectaciones a la salud y es responsabilidad del empleador sistemas de vigilancia para este tipo de riesgos.

Desde luego con la empresa de Pavimentos Andinos S.A se pretende indagar acerca de las afectaciones presentes en la salud de los trabajadores y así evaluar la veracidad de los controles aplicados en las empresas desde la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo y los programas de promoción y prevención y los sistemas de vigilancia epidemiológica y de ser necesario mejorar los controles que se aplican dentro de la empresa.

Teniendo en cuenta un estudio realizado en la ciudad de Bogotá a trabajadores de actividades de pavimentación con asfalto se evidenció que un 14,5% han sido observados y pronosticados con problemas respiratorios, además de evidenciar que los trabajadores experimentan un mayor riesgo a contraer cáncer pulmonar (Moscote et al., 2012); por lo tanto, es necesario realizar la investigación para identificar el estado del riesgo en la empresa.

2.2. Formulación de investigación

¿Qué propuesta se puede realizar para el control del riesgo químico de acuerdo con las afectaciones en la salud que presentan los trabajadores, expuestos al proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de gestión del riesgo químico para las afectaciones a la salud que presentan los trabajadores expuestos al proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente, en la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso de producción y aplicación de mezclas asfálticas en caliente, en cuanto a agentes toxicológicos, posibles efectos a la salud, controles existentes.
- Determinar las afectaciones a la salud del trabajador de la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A expuestos a los agentes etiológicos presentes en el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente.
- Evaluar los controles operacionales aplicados para la gestión del riesgo químico a los que están expuestos los trabajadores, de la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A
- Generar una propuesta de mejora a los controles operacionales aplicados para la gestión del riesgo químico presentes en el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente, de la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A.

4. Marco referencial

4.1. Marco histórico

Las mezclas asfálticas, según Tipán (2016), son un material viscoso, generalmente de color marrón o negro que al ser considerado como un ligante se puede adherir a cualquier tipo de sustancia que se le adicione, también es un material de tipo cementable que es calentado con el fin de lograr un estado fluido que permita la adición de agregados finos y gruesos para la producción de su mezcla acorde a las características solicitadas.

Así mismo, el proceso de producción y aplicación de mezclas asfálticas trae consigo una inminente exposición a químicos que afecta la integridad de la salud de los trabajadores que se ven expuestos en sus actividades laborales, con esto en mente se quiere investigar cuales son las afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos en el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente en la empresa Pavimentos Andinos S.A., es así como se realizó un búsqueda de información que nos permitiera conocer que otros estudios y/o investigaciones se habían llevado a cabo con referencia al tema, en donde se encontraron las siguientes investigaciones que nos sirven como referencia y base para el desarrollo de la presente investigación.

Pilco (2020), en su investigación sobre riesgos químicos en la planta de asfalto de la empresa JEAL construcciones, en Ambato, Ecuador, llevó a cabo la identificación de los peligros acorde a los equipos y maquinarias empleados en el proceso de producción, entre los cuales se resalta riesgos de tipo físicos como caídas, atrapamientos, entre otros riesgos que permitió el desarrollo de la matriz de riesgos laborales bajo los lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de Trabajo (INSHT), arrojando en la evaluación de los riesgos un 34% de riesgo trivial (no requiere acción

específica), 27% de riesgo tolerable (se deben considerar mejoras), 32% de riesgo moderado (Se deben de implementar medidas para mejorar el riesgo en un periodo determinado), y un 7% de riesgos importante, el cual indica que no se deben de continuar con las labores hasta que este riesgo haya disminuido.

Una vez analizado los factores de riesgo, se pudo evidenciar que el material particulado presenta uno de los factores con mayor frecuencia, por lo cual se llevaron a cabo mediciones del material particulado de 2,5 mg/m³ y 10 mg/m³ en la planta realizando toma de 20 muestras en cinco días en las diferentes áreas de trabajo, teniendo resultados importantes en las variables confiables como lo son el oxígeno (O₂), monóxido de carbono (CO), benceno (C₆H₆) y monóxido de nitrógeno (NO), con los cuales se promedió la exposición y se compararon con los límites de exposición laboral (TLV), establecidos en la Conferencia Americana de Higienistas Gubernamentales (ACGIH), obteniendo los siguientes resultados (Pilco, 2020).

Tabla 1

Promedios de exposición laboral

	O ₂ (%)	CO (ppm)	C ₆ H ₆ (ppm)	NO (ppm)
Promedio de exposición	18,39	148,53	5,16	33,84
Valores límites de exposición	≥ 21	5,00	0,015	2,500
Índice de exposición	29,079	3,44	2,50	13,53
Nivel de riesgo	RIESGO ALTO	RIESGO INTOLERABLE	RIESGO INTOLERABLE	RIESGO INTOLERABLE

Nota: Datos tomados de Pilco (2020)

Por su parte Jhayya (2021), por medio del método establecido en la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes, el cual permite evaluar los

riesgos laborales existentes en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente y de esta manera lograr una categorización de estos, basándose en la probabilidad y consecuencias de cada riesgo y determinando el nivel al que se encuentran expuestos los empleados y con la metodología simplificada de evaluación de agentes químicos según el método COSHH ESSENTIALS, y tomando como referencia lo estipulado en la NTP 750: Evaluación de riesgos por exposición inhalatoria de agentes químicos, se pudo evaluar los riesgos por contacto con la piel y los riesgos por inhalación respectivamente.

Lo cual permitió obtener como resultado dos contaminantes importantes el diésel y el asfalto AC-20, consiguiendo de esta manera en la evaluación de riesgos por inhalación al cemento asfáltico en un nivel de riesgo 2, lo cual se traduce en un mejoramiento a los controles de ingeniería implementados; en el caso del diésel con un nivel de riesgo de 3, las acciones de mejora deben de estar dirigidas en el confinamiento en sistemas cerrados dentro del entorno operativo. Respecto a los resultados en la evaluación de riesgo por contacto con la piel, ambos contaminantes poseen una puntuación de riesgo de 1.500, considerado un riesgo probable muy elevado y que requiere de implementar estrategias de prevención y corrección de manera inmediata.

De igual manera, Vintimilla (2019), en su tesis investigación en la planta procesadora de asfaltos de Azogues, Ecuador, por medio del Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT de España, por medio de una inspección física y recolección de información se pudo realizar el análisis y la valoración del riesgo, así mismo se evaluaron los riesgos de exposición por inhalación, de contacto cutáneo, de incendio-explosión y de impacto ambiental implementando el Método Simplificado de Evaluación por Exposición a Agentes Químicos del Institut National de Recherche et de Securite

(INRS) de Francia, la que arrojó un total de 18 agentes químicos por inhalación, de los cuales el 50% corresponden a un riesgo probable muy elevado, el 11% riesgo moderado y el 39% como riesgos priori bajo. En el caso de agentes químicos por contacto con la piel se encontraron 10 agentes contaminantes, en donde el 50% son un riesgo probable muy elevado, el 30% riesgo moderado y el 20% pertenece a un riesgo priori bajo, resaltando la necesidad de implementar medidas correctivas que impidan y/o disminuyan las posibles afectaciones a la salud que pueden sufrir los trabajadores.

Por otra parte, es de vital importancia analizar la identificación de peligros, evaluación de riesgos y verificar los controles a aplicar en la organización obteniendo los resultados en el número de accidentes, incidentes y enfermedades laborales en las empresas, por esto que Cataño et al. (2022) en su propuesta de mejorar el sistema de gestión como medida preventiva a lo anterior mencionado plantea varias propuestas: primero se inicia con la enseñanza en las capacitaciones al personal en todos los temas álgidos como encuestas y demás para verificar la el cumplimiento del sistema; concluye que es necesario crear estrategias hacia los trabajadores que los incentiven y motiven a reconocer la seguridad basada en el comportamiento de cada uno; reconociendo e identificando los peligros a los cuales se encuentra expuestos en su jornada de trabajo y que sea de estricto cumplimiento la normatividad legal vigente.

Dentro del proceso de fabricación de asfalto a partir de neumáticos o llantas usadas el personal se encuentra expuesto a los vapores o humos que se generan en la transformación, en su proyecto de investigación Méndez et al. (2016) toman como población objeto de estudio personal que se encuentra expuesto y quién no al proceso de fabricación y de manera directa al riesgo químico; encontraron que la población objeto con

exposición al humos negro presenta alteración en las vías respiratorias presentando cuadros clínicos con frecuencia de síntomas gripales además de niveles altos en las pruebas hemáticas tomadas para identificar los niveles en la sangre de malondialdehído MDA y trifosfato de adenosina ATP siendo estos indicadores de daños en la estructura de las membranas celulares.

Igualmente, Moscote et al. (2012). Realizaron un análisis de las enfermedades laborales en actividades de pavimentación evidenciando una exposición alta a ruido generado por la maquinaria operativa del proceso de aplicación del pavimento, además de presentar problemas respiratorios de manera directamente proporcional a la edad, es decir a mayor edad se aumenta las posibles enfermedades dejando la claridad que realizar actividades deportivas contribuye a la disminución de las mismas significativamente debido a que se fortalece el sistema y las vías respiratorias.

De igual manera Martínez et al. (2012), en su estudio de los efectos irritantes en piel, mucosas respiratorias y oculares en trabajadores expuestos a humos de asfalto de una empresa de infraestructura vial en Cundinamarca, en donde por medio de visitas de campo, entrevistas, inspecciones a tareas, controles y demás, revisiones médicas y la aplicación de un cuestionario de información en salud para identificar los síntomas respiratorios, afectaciones dermatológicas y síntomas oculares, se pudo recolectar la información necesaria para el análisis y posterior obtención de resultados, en los cuales se dividieron en dos grandes grupos: los trabajadores encargados de la elaboración de asfalto y los encargados de la aplicación de este, de tal manera que se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2*Afecciones a la salud, según estudios*

Grupo	Efecto	Resultados	Síntomas
	Efectos respiratorios	50% síntomas en las vías respiratorias altas. 37,5% Síntomas en las vías respiratorias bajas.	Síntomas comunes: catarro, moqueadera y estornudos, disnea
Elaboración de asfaltos	Efectos dermatológicos	20,8% síntomas dermatológicos	Lesiones, eczema, eritema, descamación
	Efectos oculares	66.7% Irritación en la mucosa ocular 50% Irritación (hiperemia)	Irritación (hiperemia), irritación en la mucosa ocular, ardor, enrojecimiento
	Efectos respiratorios	56.8% síntomas en las vías respiratorias altas 18.9% Síntomas en las vías respiratorias bajas	Síntomas comunes: catarro, moqueadera y estornudos, ardor en la nariz
Aplicación de asfaltos	Efectos dermatológicos	55% síntomas dermatológicos	Lesiones, eczema, eritema, descamación
	Efectos oculares	38.7% Síntomas oculares 83.8% signos oftalmológicos	Irritación (hiperemia), irritación en la mucosa ocular, ardor, enrojecimiento

Nota: Elaborado con datos de Martínez, et al., (2012).

En un estudio realizado por Moscote et al. (2009), denominado análisis de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en actividades de pavimentación con asfalto, en donde se tuvieron en cuenta cerca de 36 contratos de obra para la aplicación de

pavimentos (asfaltos calientes), en Bogotá, el cual tenía como finalidad identificar las principales causas de accidentes de trabajo y los riesgos profesionales relacionados con la actividad de aplicación de asfaltos en caliente y por ende la exposición a los vapores de estos. Como primera medida realizaron una evaluación y priorización de los riesgos basándose en la metodología propuesta en la GTC 45, exaltando tres actividades principales de la aplicación de asfaltos: nivelación, imprimación y pavimentación, en donde los resultados fueron: riesgos físicos (ruido, radiaciones, vibraciones, temperaturas), químicos (polvos, gases y vapores), ergonómicos (manejo de cargas, posturas inadecuadas), biológicos (virus, bacterias, animales), mecánicos (manuales, mecanizados), locativos (condiciones de la superficie de trabajo).

Como segunda herramienta diseñaron e implementaron una encuesta y utilizaron dos modelos de análisis de respuesta cualitativa que son el modelo logístico y los árboles de clasificación, donde los resultados obtenidos en la investigación arrojaron que las principales enfermedades diagnosticadas en la investigación fueron problemas de espalda, problemas auditivos y problemas respiratorios, identificando variables como problemas personales, relación con compañeros, práctica de un deporte y otras, de gran incidencia para la generación de estas afecciones. (Moscote et al., 2012).

Finalmente, también es necesario analizar el riesgo químico presente en las empresas; es por esto por lo que Moncada Jaramillo et al. (2020). En la empresa El Roble Motor SA realizan el análisis identificando la necesidad de tener el inventario de las sustancias químicas y matriz de compatibilidad de la empresa, también de verificar falta de fichas de seguridad de estas y el rótulo con la información necesaria para que el trabajador

reconozca su clasificación. Teniendo en cuenta que la información de las sustancias debe estar clasificada y contenida dentro del sistema globalmente armonizado (SGA).

4.2.Marco Teórico

Según Morales (2012), las mezclas asfálticas en caliente (MAC), son aquella que están compuestas de agregados pétreos y cemento asfáltico, y que oscilan una temperatura superior a 150 °C, que les provee una fácil adherencia entre el asfalto y los demás agregados.

De igual forma Morales (2012), de manera resumida realiza una descripción de cada uno de los componentes principales que hace parte en el proceso de producción de MAC:

- **Cemento asfáltico:** Actúa como un ligante que puede ser convencional o modificado, este componente tiene como tarea aglutinar las partículas en una masa cohesiva, que le permita adquirir un grado de impermeabilidad a la mezcla.
- **Cemento asfáltico modificado:** Este compuesto tiene como fin permitir que la MAC mejore cada una de sus propiedades en comparación del ligante convencional, lo que a su vez le permitiría una mejora en el desempeño de la MAC.
- **Agregado pétreo:** Estos pueden ser naturales, es decir extraídos de depósitos que se han formado gracias al viento, erosión, etc., o pueden ser procesados que en pocas palabras son los mismos agregados naturales, pero que han sido transformados por un proceso de lavado, triturado y otro.

PAVIANDI S.A., en su Proceso de Producción de Mezclas Asfáltica en Caliente (P-06), ha especificado cada uno de los pasos o procesos para tener en cuenta:

Tabla 3*Procesos de producción de mezclas asfálticas en caliente*

Proceso	Descripción
Revisión requisitos del cliente	Se identifican los requerimientos del cliente para con las propiedades de la mezcla.
Planeación de producción	El gerente se encarga de los trámites administrativos, plazos de entrega, medios y demás.
Acopio de material para la trituradora	Se realiza el acopio del material revuelto del río desde la cantera, y se almacena para su posterior trituración.
Condiciones climáticas	Se determinan las condiciones climáticas de la zona a aplicar la mezcla, con la finalidad de suspender, o retrasar la producción.
Formulación	Las fórmulas para la producción se realizan en el laboratorio acorde a lo establecido en la norma de INVIAS aplicable
Carga de material para producción de materiales pétreos	Cargue de la tolva y disposición de las mallas del zarando, en este paso se pasa de la tolva primaria a la secundaria (impactor o gravilladora) y finalmente es clasificada por tamaño en una zaranda.
Almacenamiento, distribución y disposición de materiales	Se almacena teniendo en cuenta la cantidad, calidad y especificaciones técnicas de la norma INVIAS.
Verificación de la calidad del asfalto	Se realizan ensayos al material de penetración y el punto de ablandamiento
Dosificación de material para producción de mezclas asfálticas	Se realizan los ajustes necesarios para la producción de la mezcla requerida
Proceso	Descripción

Ensayos realizados en planta	Según el tipo y formulación se realizan los ensayos pertinentes.
Otros ensayos	Cuando el cliente solicita ensayos diferentes a los ya realizados, se realizan los reglamentados por el INVIAS y relacionados en el documento externo “Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras, INVIAS 2013”.
Programación de transporte y despacho de mezcla asfáltica	Se toman las consideraciones necesarias para el transporte y despacho de la mezcla sin la pérdida de sus características.
Mantenimiento de equipos para la producción de mezclas asfálticas.	Se establece el seguimiento, control y ejecución del mantenimiento de máquinas y equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta y dar cumplimiento a la planeación de producción

Nota: Información tomada de PAVIANDI S.A. (2022) Proceso de Producción de Mezclas Asfálticas en Caliente.

Ortiz (2017), en el Instructivo del Proceso Constructivo de una Vía en Pavimento Flexible, establece que el pavimento flexible se conforma de 4 capas que son el Subrasante, que se considera como la superficie que sirve como soporte de la estructura de pavimento, seguido de esta viene la subbase, que consiste en una capa granular, la base que es una capa granular que sirve para la distribución de los esfuerzos generados por el tránsito y por encima en la capa superior se ubica la capa asfáltica compuesta de mezcla asfáltica y agregados pétreos que permite recibirlas cargas vehiculares.

De esta manera PAVIANDI S.A., ha establecido su procedimiento para la aplicación de la mezcla asfáltica, en donde se consideran los siguientes procesos:

Tabla 4*Procedimiento de aplicación de mezclas asfálticas*

Proceso	Descripción
Extensión de la mezcla	Se realiza acorde a los establecido en el Artículo 450 y el 467, de la norma INVIAS.
Compactación	Se realiza el control del espesor de manera inmediata a una temperatura mínima de 110°C
Juntas	Se debe aplicar un riego de anclaje en la junta transversal con el fin de una distribución de cargas homogéneas y que no permita filtraciones.

Nota: Información suministrada por PAVIANDI S.A., Procedimiento de Mezcla Asfáltica (P-15). (2018).

En el Decreto 1072 de 2015, en el artículo 2.2.4.6.2, se ha definido “el riesgo como una combinación de la probabilidad de que ocurra una o más exposiciones o eventos peligrosos y la severidad del daño que pueden ser ocasionados por estos”. Siendo así, y según la INSST el riesgo químico es “la probabilidad de que un trabajador sufra un daño producto de la exposición a agentes químicos”. Es aquí en donde se hace de vital importancia la adopción y la implementación de los lineamientos establecidos en la Ley 55 de 1993, en la cual se aprueba la aplicación del Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en el Uso de los Productos Químicos en el Trabajo que fueron instaurados en la 77^a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., en Ginebra, 1990.

Con la instauración de la Ley 55 de 1993 en Colombia se implementaron nuevas definiciones y se realizaron grandes cambios en el manejo de sustancias químicas en las

empresas, en donde se implementaron los sistemas de clasificación, el etiquetado y marcado de los productos, las fichas de seguridad, se definieron las responsabilidades tanto de empleados como de proveedores, esto en referencia al Convenio No. 170. Por su lado en la Recomendación 177, se recalcó la importancia de la clasificación, etiquetado, marcado y de las fichas de seguridad de los productos, se establecieron las responsabilidades de los empleadores y demás disposiciones que han permitido un manejo integral de las sustancias químicas en los puestos de trabajo.

Se estima que en el año 2500 a.c., en Egipto fue descubierto el asfalto, el cual era utilizado como mortero para la pega de bloques en las construcciones, realización de pavimentos y como impermeabilizante, tal era su abundancia que este material estaba depositado en estanques y lagos de asfaltos, con el paso del tiempo e industrialización, la globalización y modernización de muchas maquinarias, equipos, técnicas y demás el asfalto natural se agotó, y es ahí en donde surge el asfalto artificial derivado del petróleo, que su implementación se dio hace casi 200 años solucionando la necesidad de mejorar las carreteras con texturas más suaves y mejores diseños debido a la expansión de la industria automotriz.

Es lógico deducir que al cambiar su producción cambiarían un gran número de factores, tales como la aplicación, conservación y demás, así como la utilización de procesos y maquinaria más complejas para la obtención de las nuevas mezclas asfálticas, generando a su vez una nueva vertiente de estudio y/o análisis en el campo de los riesgos laborales, pues al estar expuesto a altas temperaturas, procesos como la trituradora, calentadores, entre otros equipos y maquinarias que aumentan el riesgo de accidente o

enfermedad laboral a quienes llevan a cabo las actividades de producción de las mezclas asfálticas en caliente.

A lo antes mencionado, también se le añade los aditivos que se le agregan a estas mezclas para mejorar sus características, que al incluir nuevos químicos en diferentes concentraciones aumenta la probabilidad de accidente o enfermedad laboral, es aquí en donde la teoría de la propensión al accidente se relaciona a la perfección con la actualidad y las necesidades correspondientes a los riesgos laborales inherentes a la producción de mezclas asfálticas en caliente, pues esta teoría se destaca por defender la existencia de que un grupo de trabajadores acorde a sus componente tienen un mayor riesgo de padecerlo y esto se debe principalmente a las diferentes condiciones a las que se encuentran expuestos los diferentes grupos de trabajo de una empresa, pues no son iguales los riesgos a los que está expuesto un empleado del área operativa a los que se encuentra expuesto uno perteneciente al área administrativa.

Pese a que es una teoría muy poco aceptada, ha permitido la explicación de una parte, aunque pequeña, de los accidentes laborales que se presentan, pues como se menciona anteriormente se puede partir de la premisa de la diferencia de condiciones a las que están predispuestos, dado que cambian desde las actividades, equipos, maquinarias y demás elementos que pueden presentar algún riesgo en los empleados. (INSST, 2012).

4.3.Marco conceptual

En el proceso de producción de las mezclas asfálticas, y en cualquier otra industria, es importante llevar un registro y control riguroso de las mediciones ambientales ocupacionales realizadas que se lleven a cabo según la necesidad del puesto de trabajo y la empresa, según el INSHT de España, **las mediciones ambientales ocupacionales**, son una

valoración higiénica que se lleva a cabo en cada uno de los puestos o áreas de trabajo, las cuales tienen como finalidad analizar y posteriormente comparar la exposición a agentes contaminantes que sufren los trabajadores en el desarrollo de sus actividades laborales diarias, estas sirven como precedente para el futuro análisis y poder llevar a cabo una observación de las posibles enfermedades laborales que se desarrollen o puedan desarrollar los trabajadores expuestos. (NTP 140: Estadística y mediciones ambientales. 1987)

Es importante mencionar a que hace referencia el riesgo laboral, ya que se define como **la exposición al riesgo**, a la acción de colocar a una persona en la situación de sufrir un daño o perjuicio, ya sea la exposición de un agente u objeto peligroso, el riesgo varía su grado de afectación relativamente con el tiempo, esto con base en las actividades laborales permanentes o rutinarias. (INSHT, NTP 750, 2004).

Con lo anteriormente mencionado, es importante resaltar que en gran parte de la industria asfaltera se hace uso del **Asfalto AC-20** cemento modificado el cual es elaborado por medio de la destilación al vacío de los hidrocarburos, y que a su vez se somete a un proceso industrial que permite contar con las características necesarias para su uso como un cemento asfáltico para las pavimentaciones (Ruiz et al., 2014), al ser un derivado de hidrocarburos el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional – NIOSH – (2017), considera que las personas expuestas a las emanaciones del asfalto pueden tener algunos síntomas tales como dolor de cabeza, irritación, entre otros síntomas inmediatos, y están altamente expuestos a un mayor riesgo de contraer cáncer pulmonar a largo plazo.

A esto también se le agrega el uso de **ligantes asfálticos** que son utilizados para dar una mejoría en las características de los asfaltos, estos ligantes asfálticos se consideran como el resultado de una modificación realizada a los asfaltos, en donde se agregan otros

materiales tales como caucho, plástico, fibras de acero, azufre, entre otros materiales a lo que se considera asfalto natural o virgen, estas modificaciones o mejor dicho adiciones se realizan con el único fin de producir una mejora en las características ya sean mecánicas, físicas, o reológicas del material asfáltico, permitiendo así generar una mayor resistencia a agentes como la deformación, esfuerzos de tensión repetitivos, entre otros. (Coyopotl y Salinas, 2006).

Teniendo en cuenta la exposición a la cual se encuentran los trabajadores a factores de riesgos derivados de las actividades en que laboran se puede producir como consecuencia de estos las **enfermedades profesionales o laborales** según lo indican Mejía, C. R., et al. (2015). Estas se deben prevenir desde los programas del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo partiendo de los controles aplicables a nivel de la fuente, el medio y el trabajador.

Teniendo en cuenta lo expuesto por Politécnica (2006) el **riesgo químico** es un peligro causado por la presencia y/o uso de una sustancia química potencialmente peligrosa. Para ser considerado un elemento peligroso debe presentar alguna de las siguientes características: Nocivo para la salud, generar un incendio y una explosión y que sea para el ambiente un componente peligroso. Así mismo según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo -INSST- (2015), el riesgo químico es también la probabilidad que tiene una persona padezca de un daño severo como consecuencia de la exposición con sustancias y/o agentes químicos, ya sea por inhalación o por contacto con estos, que le permitan tener consecuencias graves al afectado.

Dentro de la identificación que las empresas deben realizar en el sistema de los riesgos laborales cuando tienen personal que manipula y está expuesto a riesgo químico son

los límites de concentración de contaminantes ambientales para los trabajadores llamado **TLV**. Según Guzmán, (2020) los valores límite ambientales hacen referencia a las concentraciones de las sustancias químicas en el aire y las condiciones en las que los trabajadores pueden estar expuestos durante su jornada laboral sin causar efectos negativos para la salud.

4.4. Marco legal

Con relación a la normatividad legal vigente en Colombia relacionada no solo con la salud y seguridad de los trabajadores, sino que también con el desarrollo de la presente investigación se parte de la Ley 9 de 1979, en donde el Congreso de la República (1979), establecieron algunas medidas sanitarias que incluyen en el título III todo lo referente a salud ocupacional, abarcando temas que van desde el sistema de gestión de salud y seguridad, la higiene industrial, la seguridad industrial, elementos de protección personal, las obligaciones que tiene tanto el empleador como los empleados y demás estipulaciones que han servido desde hace más de 4 décadas para el cuidado de la salud de toda la población trabajadora del país.

En el mismo año, el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (1979), emiten la Resolución 2400 de 1979, instaurando las condiciones sobre vivienda, higiene y seguridad que deben implementar cada lugar de trabajo, en esta norma se resalta la importancia de las dotaciones a los trabajadores tanto de vestimenta como de elementos de protección personal, las inducciones laborales, orden y aseo, demarcación y almacenaje de sustancias químicas, la seguridad en las instalaciones de trabajo, tales como iluminación, salidas de emergencia, elementos como extintores, que permitan brindar una seguridad tanto a las instalaciones de trabajo como a los empleados.

De igual manera en la Resolución 1016 de 1989 se regula la organización, funcionamiento y la forma de los programas de salud ocupacional que deben de llevar a cabo los empleadores, en esta resolución se resalta el desarrollo e implementación del plan de contingencias, y que los empleadores deben de velar por llevar a cabo el mantenimiento en cada una de las herramientas, equipos, maquinaria, alumbrado y demás áreas que puedan presentar un riesgo para los trabajadores. (Ministerio de Trabajo, 1989).

En la Ley 100 de 1993, en donde el Congreso de la República (1993), crea el Sistema de seguridad social integral, más específicamente en el artículo 161, se emiten los deberes de los empleadores, entre los cuales se resalta la afiliación al sistema de seguridad social, que permite que los empleadores desarrollen un ambiente laboral seguro, obtener una cobertura de los riesgos, cumplir con la normatividad establecida, y así mismo generar una protección de los derechos de los trabajadores brindándoles seguridad en el desarrollo de las labores diarias y protegiendo su salud.

Por otro lado, el Ministerio de Trabajo con el Decreto 1295 de 1994 se establece la organización y administración de todo el sistema general de riesgos profesionales, divulgando todo lo referente al pago de cotizaciones, el compromiso latente del empleador por procurar la salud de sus trabajadores, así como el de formular e implementar el programa de salud ocupacional, en donde se permite informar a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos acorde a las labores a desarrollar y de igual manera se instaure el deber de todo trabajador de hacer parte de cada una de las actividades que se lleven a cabo en pro del cuidado de su salud y seguridad. (Ministerio de trabajo, 1994).

Ya en el año 2007 en materia de normatividad relacionada con la salud y seguridad laboral el Ministerio de Protección social (2007), emite la Resolución 2346 de 2007, en

donde se establecen las evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo de las historias clínicas, que sirven como un precedente, tanto para el empleador que tiene conocimiento del estado de salud de sus trabajadores, como para el trabajador que conoce las condiciones de salud con las que ingresó a trabajar, permitiendo a ambas partes llevar un control y en conjunto con las otras actividades propias de la salud y seguridad laboral prevenir la aparición de enfermedades laborales.

El Ministerio de Trabajo, en el año 2014 emite el Decreto 1477 de 2014, en el cual se presenta la tabla de enfermedades laborales, que como su nombre lo indica expone todas las enfermedades que pueden tener como causa el desarrollo de actividades laborales, esta está relacionada con los agentes de riesgos, que permiten una fácil identificación y así mismo permiten a los empleadores y trabajadores del área de la seguridad laboral tomar las respectivas medidas para la prevención de cada una de estas, esta norma es una gran herramienta que también permite vincular la enfermedad con el tipo de actividad llevada a cabo, siendo así de gran ayuda para todos. (Ministerio de trabajo, 2014).

Como última instancia, pero no menos importante se encuentra el Decreto 1072 de 2015, emitido por el presidente de la República (2015), el Decreto Reglamentario de Trabajo, una norma extensa que incluye diferentes áreas correspondientes al mundo laboral, que permiten al gobierno fortalecer el sistema legal laboral del país. En el Libro 1 se describe toda la estructura administrativa pública del sector laboral, en el Libro 2 se agruparon todas las normas relacionadas con el área laboral y en el Libro 3 se establecen derogatorias y vigencias, toda la norma incluyendo temas como el accidente laboral, afiliación a las ARL, el funcionamiento y reglamentación de la junta de calificación de invalidez laboral, la implementación del Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el

Trabajo, sanciones en materia de salud y seguridad laboral, y demás temas que permiten una atención completa al área.

5. Metodología

5.1. Tipo de investigación

La investigación del presente trabajo se desarrolló con una profundidad de tipo descriptiva puesto que la investigación implicó describir, registrar, analizar e interpretar los datos y la comprensión del proceso de un fenómeno. El planteamiento principal se basa en la deducción de una persona, grupo o cosa, así como lo describió Tamayo (2004).

Con el presente estudio se tenía como finalidad analizar los datos encontrados en las mediciones higiénicas y los exámenes médicos ocupacionales del personal expuesto a la fabricación y exposición de las mezclas asfálticas.

5.2. El Enfoque de la investigación

Para el presente caso el enfoque de la investigación se realizó de manera mixta pues como enuncia Hernández et al. (2010) la investigación mixta no busca reemplazar ni la investigación cuantitativa ni la cualitativa, pero si busca aprovechar las dos metodologías sacando las fortalezas e impulsando las debilidades de estas y aplicarlas en la investigación.

El enfoque del proyecto fue de tipo cuantitativo al analizar los datos obtenidos de las mediciones higiénicas de las sustancias químicas a las cuales se encuentran expuestos el personal objeto con respecto a los TLV de las mismas y cualitativo al analizar los comportamientos del personal y los resultados de los exámenes médicos ocupacional

5.3. Diseño de la investigación

Como menciona Sampieri (2008):

Los métodos de investigación mixta no reemplazan los dos métodos comúnmente conocidos (cualitativo y cuantitativo), sino que por el contrario extrae lo mejor de cada uno de estos, que combinados en una misma investigación y/o estudio permiten obtener una perspectiva más amplia y profunda del tema, una mayor variedad de información, un mejor aprovechamiento de la información y demás beneficios que permiten enriquecer cada vez más las investigaciones. (Cap. 17).

El diseño de la investigación se realizó de manera documental la cual se basa en la consulta, análisis y la lectura de documentos como libros, memorias, datos, registros entre otros para obtener resultados; esta se basa en investigación de información secundaria con búsqueda de información bibliográfica, Universidad de Jaén (s.f). También se realizó de manera transversal pues los análisis y la recolección de datos se tomaron en un único momento de la investigación.

Para el estudio de las afecciones en la salud por mezclas asfálticas se indagó sobre las posibles enfermedades generadas a la población expuesta a los riesgos de las actividades de fabricación y aplicación de las mezclas asfálticas, además de analizar la exposición por las mediciones higiénicas.

5.3.1 El procedimiento o fases

El primer objetivo del proyecto tenía como fin, el identificar los contaminantes que se presentan en la producción y aplicación de mezclas asfálticas en caliente, como primer paso se realizó los análisis y mediciones técnicas de los contaminantes en cada una de las áreas de producción, seguidamente se plasmaron los resultados obtenidos siguiendo la normatividad del caso.

El segundo objetivo se buscaba determinar las afectaciones a la salud del trabajador según los agentes etiológicos que se encuentren en el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente; para este primero se realizó un diagnóstico en la salud de los trabajadores de muestra, analizando la situación y de los programas de prevención y promoción a la salud actuales de la empresa y en segundo paso se recopiló la información de los trabajadores, sus opiniones individuales sobre los riesgos laborales existentes en el lugar de trabajo y también sobre las condiciones de trabajo.

Con el tercer objetivo se evaluaron los controles operacionales aplicados en los procesos, para la disminución de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores; es por esto que se realizó un estudio en cada uno de los puestos de trabajo en el proceso de producción, para identificar las fallas y dar una mejora y se analizó el sistema de medición que actualmente implementa la empresa, ya que este permite identificar si están ejecutando correctamente el proceso el trabajador para finalmente revisar los indicadores actuales e identificar en las áreas de trabajo que presentan más fallas.

Finalmente, el último objetivo se buscaba plantear el diseño una propuesta de mejora a los controles operacionales aplicados en la reducción de los riesgos en los trabajadores. Es por este que se partió de fundamentar los resultados encontrados para estructurar las nuevas mejoras, además se plasmaron los nuevos controles a implementar en los procesos estudiados y por último se verificaron los porcentajes de mejora de la nueva implementación de controles.

5.4. Propósito

La investigación tenía un propósito básico el cual se caracterizaba que parte desde el marco teórico y se desarrolló en él; el objetivo era enunciar nuevas teorías, modificar o

corroborar las existentes, aumentando el conocimiento científico; para el caso del trabajo el propósito se basó en identificar y lograr definir la información documental obtenida inicialmente con los datos analizados y obtenidos de la población objeto. (Relat, 2010).

5.5.Población y muestra poblacional

Para el desarrollo de esta investigación se estableció el método no probabilístico, el cual permite la selección de casos característicos de una población limitando la muestra solo a estos casos. (Otzen y Manterola, 2017). Lo anterior teniendo en cuenta que todos los trabajadores de la empresa no cumplen con los criterios que debe tener la población de estudio.

Para la selección de esta muestra, se tomó como población los colaboradores de Pavimentos Andinos S.A y se establecieron los siguientes criterios:

- Ser empleado activo de la empresa Pavimentos Andinos S.A.
- Hacer parte de los trabajadores de la planta de producción de mezclas asfálticas: 6 colaboradores.
- Hacer parte de las cuadrillas de aplicación de mezclas asfálticas en caliente: 12 colaboradores.
- Facilidad y acceso a la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

Por lo anterior la muestra poblacional objeto de estudio fueron 18 personas que cumplen con los criterios establecidos para la investigación.

5.6.Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para la recolección de la información se estableció el formato de una encuesta, la cual se realizó a los trabajadores del área de planta de producción de mezclas asfálticas y a los que hacen parte de la cuadrilla de aplicación de mezclas asfálticas en caliente, permitiendo con este instrumento de recolección desarrollar un listado de preguntas abiertas y cerradas que nos brindan datos de la fuente principal a estudiar.

Para la aplicación de esta encuesta se contó con un instrumento de elaboración propia, esta es en formato físico, y tuvo como objetivo la recolección de la información por parte de los implicados.

Así mismo, se recolectó información por medio de los registros que tiene la empresa en cuanto a las mediciones realizadas en ausentismo laboral, y otros factores, que nos permitieron la obtención de más datos para el desarrollo de la investigación

5.7. Técnicas de análisis de la información

Para la información recolectada por medio de la encuesta, la técnica utilizada para la visualización y análisis de los datos son las gráficas de barras en Excel, en donde se plasmaron los datos obtenidos.

En el caso de los datos recolectados por medio de los registros de la empresa se realizó un análisis descriptivo que permitió analizar datos que han sido recolectados por largo tiempo en la empresa, así mismo se pudo establecer algunos puntos de referencia, y conocer comportamientos pasados.

6. Presupuesto

El presupuesto que se contempló para el desarrollo de esta investigación incluye:

Tabla 5

Presupuesto

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Valor
Honorarios tutor	Mes	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Transporte	Unidad	3	\$ 2.000.000	\$ 6.000.000
Papelería y útiles	Mes	3	\$ 20.000	\$ 60.000
Internet	Mes	3	\$ 100.000	\$ 300.000
Impresiones	Unidad	80	\$ 500	\$ 40.000
Electricidad	Mes	3	\$ 150.000	\$ 450.000
Alimentación	Mes	3	\$150. 000	\$ 450.000
			TOTAL	\$ 8.500.000

7. Cronograma

El cronograma que se planteó para el desarrollo de la investigación se plasma en la Tabla 6.

Tabla 6*Cronograma de trabajo*

ACTIVIDAD	AG	SP	OC	NV	DC	EN	FB	MR	AB
Selección de tema y presentación de anteproyecto	█								
Establecer los objetivos de la investigación	█								
Elaboración del marco referencial		█							
Establecimiento de la metodología			█						
Diseño metodológico				█					
Elaboración y aprobación de instrumento de recolección					█				



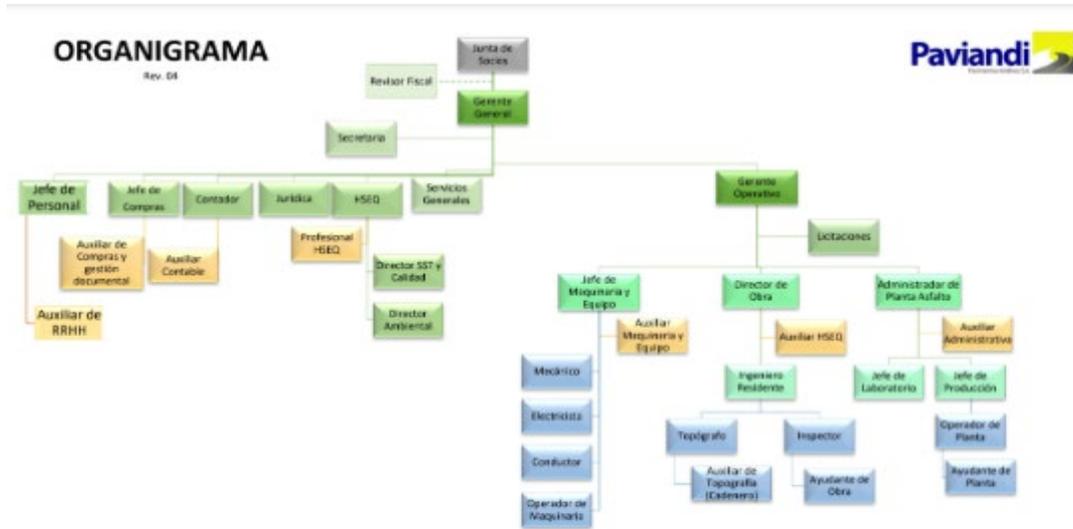
8. Desarrollo de los objetivos

8.1. Caracterización del proceso de producción y aplicación de mezclas asfálticas en caliente

Esta caracterización se realiza en referencia a los agentes toxicológicos, presentes en los vapores asfálticos, así como sus posibles efectos a la salud. PAVIANDI S.A es una empresa santandereana dedicada a la producción y comercialización de mezclas asfálticas en caliente, cuenta con una amplia experiencia en el mercado de la infraestructura vial, actualmente cuenta con aproximadamente 100 trabajadores distribuidos en las áreas administrativa y operativa.

Figura 1

Organigrama PAVIANDI S.A.



Nota: PAVIANDI S.A. (2019)

Teniendo en cuenta la metodología del muestreo no probabilístico se tomó un muestreo por conveniencia, la población objeto son los trabajadores de la planta de producción y la cuadrilla de aplicación de mezclas asfálticas, teniendo en cuenta que las personas de estas áreas son los que presentan exposición al riesgo químicos utilizados en el proceso.

Tabla 7

Descripción del personal objeto de estudio

Nº de trabajadores	Área de trabajo	Cargos específicos
4	Planta de fabricación de asfalto	Operador de planta (1) Laboratorista (1) Auxiliares de planta (2)
12 (6 por cuadrilla)	Obra o campo de proyectos	Jefe de cuadrilla (1) Rastrillero (1) *Tornillero (1) Niveletero (1) Ayudante (2)

Nota: Elaborada con datos de PAVIANDI S.A. (2023)

En el área de producción el sistema lo lidera el operador de planta, es la persona encargada de organizar, procesar y supervisar la producción; también implementa un plan de producción de acuerdo con el cronograma establecido, controla el buen uso de las materias primas y equipos de planta. El laboratorista desarrolla los diseños de mezclas de acuerdo con las normas establecidas, realiza los ensayos y control de calidad de los productos.

Luego de que la mezcla requerida por el cliente es producida en planta, esta es enviada al lugar del proyecto para ser aplicada por la cuadrilla de trabajo. La cuadrilla es liderada por el ingeniero residente y el jefe de cuadrilla, ellos se encargan de la verificación de las máquinas (terminadora de asfalto, vibro compactador, compactador de llantas, carrotanque de agua y compactador manual, entre otras) antes del inicio de la aplicación de pavimento.

El ingeniero residente coordina junto con el jefe de cuadrilla y el operador de la terminadora (finisher), alistamiento y demarcación del área a trabajar, luego de este alistamiento se inicia la aplicación de la emulsión asfáltica por los ayudantes de cuadrilla, se verifica la buena imprimación o cubrimiento de esta; se da inicio al extendido de la mezcla asfáltica, verificando con el tornillero que se cumpla la ingeniería en el espesor indicado y las líneas demarcadas. El jefe de cuadrilla coordina y verifica que los ayudantes de obra recojan el material sobrante y la herramienta menor.

La mezcla asfáltica que el personal elabora y aplica está compuesta por un 90 a 97% de material pétreo (arena triturada de diferentes diámetros) y un 3 a 5% de asfalto; la composición química del asfalto se verifica en la ficha de datos de seguridad del compuesto

químico que suministra el proveedor la cual hace parte de los datos que suministro la empresa desde su programa de riesgo químico.

El asfalto es una mezcla de compuestos orgánicos de cadenas grandes de hidrocarburos mayores a 25 carbonos lo cual indica un alto peso molecular, además de contener variedad de metales como níquel, hierro o vanadio. (HQ, 2016). Durante el proceso de elaboración y aplicación se libera una sustancia química conocida como humos de asfalto el cual está compuesto por benceno.

Una vez identificada la composición de las mezclas asfálticas en caliente, la cual es: asfalto y arena triturada de diferentes diámetros; se identifica en el asfalto su composición y la información toxicológica que se encuentra presente en la ficha de seguridad que tiene el producto y que genera el proveedor de este. Teniendo en cuenta el sistema globalmente armonizado (SGA) la ficha de datos de seguridad se divide en 16 ítems y de los cuales se analiza en ítem de 3. Composición/ información de los componentes, ítem 8. Controles de exposición/ protección personal y el ítem 11. Información toxicológica.

En el ítem 11 de la ficha de datos de seguridad presentan pruebas y estudios para determinar la toxicidad aguda, la irritación o corrosión, sensibilización, mutagenicidad, carcinogenicidad, toxicidad reproductiva y exponen los siguientes resultados:

Tabla 8

Resultados de la información toxicológica

Información toxicológica	Conclusión
Toxicidad aguda	No clasificado
Irritación/ corrosión	No clasificado

Sensibilización	No clasificado
Irritación/ corrosión	No clasificado
Sensibilización	No clasificado
Mutagenicidad	No clasificado
Carcinogenicidad	No clasificado
Toxicidad reproductiva	No clasificado

Nota: Elaborado con datos de HQ, (2016).

Según los estudios encontrados el asfalto no está clasificado como un producto tóxico en ninguno de los casos anteriores; pero se debe tener en cuenta que si presenta efectos agudos potenciales a la salud, cuando se encuentra a altas temperaturas entran en contacto con los ojos y la piel causando quemaduras de manera inmediata a la persona.

Adicional a esto presenta efectos crónicos cercanos o muy próximos por una corta o larga exposición así:

Tabla 9

Efectos crónicos producidos por la exposición a corto y largo plazo

Tipo de exposición		Efecto
Vapor, rocío, niebla o humos producidos por la descomposición térmica del asfalto	Inhalación	Irritación nariz, la boca y el tracto respiratorio
	Exposición dérmica	Contacto prolongado y reiterado puede provocar dermatitis

Ojos

Irritación en los ojos, ardor,
enrojecimiento y lagrimeo

Nota: Elaborado con datos de HQ, (2016).

Adicional a la información que se encuentran en la ficha de datos de seguridad, en el decreto 1477 del 2014 por el cual se genera la tabla de enfermedades laborales, se encuentra en la parte B las enfermedades que se clasifican por agentes o categorías; de la cual se extrajo y se relacionan a continuación aquellas que se pueden generar por exposición al asfalto, humos de asfalto:

Tabla 10

Enfermedades laborales por exposición a asfalto y su fabricación

Enfermedad	Agentes etiológicos/ Factores de riesgo ocupacional	Ocupaciones o industrias
Neoplasia maligna de vejiga	Aminas aromáticas y sus derivados (betanaftilamina, 2-cloroanilina, bencidina, o-- toluidina, 4-cloro-orto-toluidina) alquitranes de hulla y brea de carbón; hollín, emisiones de hornos de coque.	Trabajadores de textiles, de refinerías, mineros de la metalurgia, ingenieros y técnicos de la industria química, mecánica, cosmética, farmacéutica e imprentas; manufactura de pigmentos; trabajadores de refinadoras químicas, producción de coque, gasificación de carbón, de aluminio, fundidoras, pavimentación de carreteras, trabajadores de construcción en techos e impermeabilizantes; de asfalto, gasificación del carbón y de refinadoras de petróleo; de fabricación aluminio, fabricación de auramina, pigmentos, colorantes, tintas, producción

<p>Neoplasia maligna de bronquios y pulmón</p>	<p>Amianto o asbesto en todas sus formas; éter bisclorometílico y metilclorometil, alquitranes de hulla y brea de carbón; hollín, butadieno; ácidos fenoxiacéticos, Sílice cristalina; cromo y compuestos de cromo, radiaciones ionizantes (incluyen rayos X, gama, neutrones y gas radón); compuestos de níquel y uranio; Emisiones de hornos de coque; arsénico y compuestos arsenicales; aceites minerales no tratados y medianamente tratados del petróleo; ácidos fenoxiacéticos; hidrocarburos aromáticos policíclicos; humo de tabaco; 'mezcla que contiene ácidos .sulfúricos .inorgánicos fuertes; humos de metales; .orto-toluidina, metileno bis(2-metilniljna), orto-nitrotolueno; diisopropil sulfato, aceites de isopropilo y ácido sulfúrico, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, berilio y sus compuestos, cadmio y sus .compuestos cloruro de vinilo, dibenzo(ah)antraceno, epiclórhidrina, plomo y compuestos inorgánicos, sulfato de dimetilo, talco con fibras asbestiformes, tetracloroetileno.</p>	<p>de caucho y látex sintético, vulcanizadores de neumáticos, fabricación de cables, trabajadores de plantas de gas, tintoreros, curtidos Trabajadores expuestos al asbesto; aislamientos; producción de hojas metálicas; industria de asbesto o cemento; sistemas de frenado; manipulación en construcción; industria de revestimiento, astilleros, manufactureros de textiles, producción de materiales aislantes o filtros; de la industria del hule, plástico, resinas y poli mero; trabajadores de plantas productoras de cromatos; tintas y pigmentos; aleaciones ferro-crómicas; soldadura de acero inoxidable; producción de preservadores de madera; curtido de pieles; tratamiento de aguas; tintas; fotografía; radiólogos, técnicos, analistas de estructuras, odontólogos, trabajadores de construcción; mineros, del refinamiento, fundición y soldadura de níquel, cobré, plomo y zinc; de vidrio, mineros del arsénico, fundidores, de plaguicidas, de refinarias, mineros de la metalurgia, ingenieros, técnicos y de la industria química, mecánica, cosmética, farmacéutica e imprentas. Manufactura de cerámica, papel, pintores, cosméticos y mineros y actividades relacionadas.</p>
--	---	--

<p>Otras formas de acné, Clorane</p>	<p>Hidrocarburos halogenados y aromáticos, bifenoles, naftafenos polihalogenados, dibenzofuranos polihalogenados, policlorinados; contaminantes de compuestos policlorofenólicos, herbicidas 2,3,7 tetratrilclorodibenzofurano paradióxina. Contaminantes de 3-4-dicloroamilina, y selaiconodos, traclorodibenzeno, DDT y qulmicossimilares, triclozobenzeno crudo. Otros químicos inductores: asfalto, creosota, aceites, grasas y aceite de corte.</p>	<p>Trabajadores de asfalto, gasificación del carbón y de refinadoras de petróleo. En industrias del acero, petroquímica, manufactura de fertilizantes y ácidos fosfáticos; fundición de hierro y acero; pintores o fabricantes de pinturas, y magenta; Industria química y fabricación de isopropanol y ácidos fuertes, de goma, techadores, en la reducción del aluminio, producción de cromato, productores de plaguicidas arsenicales, trabajadores expuestos al humo de tabaco, industria automotriz.</p>
<p>Bronquitis y neumonitis ocasionada por productos químicos, gases, humus y vapores (Bronquitis química aguda)</p>	<p>Berilio, bromo, cadmio, gas cloro, flúor. Aldehídos, acridina, acroleína, furfural, acetato de metilo, formiato de metilo, compuestos de selenio, estireno, cloruro de azufre, yodo, cianuro de hidrogeno, amoniaco, formaldehido, formol, cobalto, mercurio, ozono, ácido sulfúrico,</p>	<p>Trabajadores de la industria petroquímica, química que producen, manipulan o están en contacto con estas sustancias, trabajadores de la agricultura, laboratoristas, torneros. actores, modelos, cosmetólogos y en ocupaciones con manejadores de aceite de corte como maquinistas, mecánicos de autos, trabajadores en refinerías de petróleo y de la goma, trabajadores en camino de asfalto, techadores y cocineros en contacto con grasas. Trabajadores de la preparación del cloro y compuestos clorados, de blanqueo y desinfección, en la industria textil, papelera y limpiadores para el hogar, esterilización del agua y fabricación de productos químicos, pigmentos y</p>

<p>Edema pulmonar agudo ocasionado por productos químicos, gases, humos y vapores) Edema pulmonar químico)</p>	<p>fosgeno, acetaldehído, carbonilo de níquel, paraquat diborano, boroetano, hidruro de boro, hexahidruro de diboro, hidruro de litio, ácido acético, éteres clorometílicos, óxidos de azoe y vapores nitrosos, ácidos tricloruro y pentacloruro de antimonio, manganeso.</p> <p>Berilio, bromo, cadmio, gas cloro, flúor, aldehidos, acridina, acrolefna, furfural, acetato de metilo, formiato de metilo, compuestos de selenio, estireno, cloruro de azufre, yodo, cianuro de hidrogeno, amoniaco, formaldehido, formol, cobalto, mercurio, ozono., ácido sulfúrico, fosgeno, acetaldehído, carbonilo de níquel, paraquat. Diborano, boroetano, hidruro de boro, hexahidruro de diboro, hidruro de litio, ácido acético, éteres clorometílicos, óxidos de azoe y vapores nitrosos, ácidos tricloruro y pentacloruro, de antimonio:</p>	<p>catalizadores. En el caso del ácido clorhídrico, trabajadores de fabricación de caucho, de compuestos orgánicos y materiales de fotografía.</p> <p>Trabajadores de la industria vidriera, grabado, coloración de sedas, barnizado de la madera, blanqueo, soldadura y como impermeabilizantes del cemento; la preparación del ácido fluorhídrico, metalurgia del aluminio y del berilio, superfosfatos y compuestos, preparación de insecticidas y raticidas.</p> <p>Trabajadores de la destilación de la hulla, refinerías de petróleo en la industria petroquímica, operaciones químicas, fabricación de hielo y frigoríficos, preparación de abonos para la agricultura, trabajadores de industria farmacéutica, así como otros trabajadores expuestos a estas sustancias.</p> <p>Trabajadores de la preparación del cloro y compuestos clorados, de blanqueo y desinfección, en la industria textil, papelera y limpiadores para el hogar, esterilización del agua y fabricación de productos químicos, pigmentos y catalizadores. En el caso de ácido clorhídrico, trabajadores de fabricación de caucho, fabricación de compuestos orgánicos y materiales de fotografía.</p> <p>Trabajadores de la industria vidriera, grabado, coloración</p>
--	---	---

de sedas, barnizado de la madera, blanqueo, soldadura y como impermeabilizantes del cemento; la preparación del ácido fluorhídrico, metalurgia del aluminio y del berilio, superfosfatos y compuestos, preparación de insecticidas y raticidas. Trabajadores de, la destilación de la hulla, refinerías de petróleo e industria petroquímica, ‘operaciones químicas, fabricación de hielo y frigoríficos, preparación de abonos para la agricultura, trabajadores de industria farmacéutica, así como otros trabajadores expuestos a estas sustancias.

Nota: Datos tomados del Decreto 1477 de 2014.

De acuerdo con la información que se recolecto en la ficha de datos seguridad y la table de enfermedades laborales si se obtiene una información relevante si es posible encontrar algunas de estas enfermedades anteriormente mencionadas.

8.2.Determinar las afectaciones a la salud de los trabajadores

En esta fase se identifica cuáles son las posibles afectaciones presentes en los trabajadores que se encuentren en el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente.

Una vez identificado en la ficha de datos de seguridad de la materia prima que es el asfalto, en el ítem 11 la Información toxicológica, se aplica una encuesta como elemento para indagar en los trabajadores acerca de los síntomas que pueden presentar y se encontró los siguientes resultados:

Tabla 11*Primera pregunta: Grupo de trabajo al que pertenece*

Grupo de trabajo al que pertenece	Cantidad
Planta de asfalto	6
Cuadrilla de aplicación	12

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 12*Segunda pregunta: Tiempo de antigüedad en la empresa*

Tiempo de antigüedad empresa	Cantidad
Menos de un año	0
Entre 1 y 3 años	8
5 años	3
6 años	3
7 años	1
8 años	1
12 años	1
15 años	1

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 13*Tercera pregunta: Conoce usted los riesgos a los que está expuesto en su puesto de trabajo*

Conoce los riesgos de su puesto de trabajo	Cantidad
---	-----------------

Si	18
No	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 14

Cuarta pregunta: Indique cuales son los riesgos a los que se encuentra expuesto

Indique cuales son los riesgos a los que está expuesto	Cantidad
Quemaduras	6
Inhalación de gases tóxicos/ químico	10
Ruidos	4
Aplastamiento/ mecánico	4

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 15

Quinta pregunta: La empresa le ha informado y capacitado sobre los riesgos a los que está expuesto

La empresa le ha informado y capacitado sobre los riesgos a los que está expuesto	Cantidad
Si	18
No	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 16

Sexta pregunta: Considera que en su puesto de trabajo está expuesto a contaminantes químicos

Considera que en su puesto de trabajo está expuesto a contaminantes químicos	Cantidad
Si	18
No	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 17

Séptima pregunta: Considera adecuado los EPP brindados por la empresa

Considera adecuados los EPP brindados por la empresa	Cantidad
Si	18
No	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 18

Octava pregunta: Se dispone de sistemas de ventilación adecuados

Se dispone de sistemas de ventilación adecuados	Cantidad
Si	18
No	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 19

Novena pregunta: Utiliza EPP respiratoria en exposición de corta duración o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas

Utiliza EPP respiratoria en exposición de corta duración o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas	Cantidad
--	-----------------

Si	18
No	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 20

Decima pregunta: Considera que desde que ha desempeñado su cargo en la empresa ha presentado alguna condición de salud recurrente

Considera que desde que ha desempeñado su cargo en la empresa ha presentado alguna condición de salud recurrente:	Cantidad
Si	4
No	14

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 21

Undécima pregunta: Que síntomas ha presentado

Que síntomas ha presentado	Cantidad
Tos	1
Secreción nasal	0
Gripa constante	0
Ninguno	17

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 22

Doceava pregunta: Sufre de alguna enfermedad

Sufre de alguna enfermedad	Cantidad
Si	0
No	18

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Tabla 23

Treceava pregunta: Con qué frecuencia hace uso de los EPP's

Con que frecuencia hace uso de sus EPP's	Cantidad
Siempre	14
Algunas veces	3
Rara vez	1
Nunca	0

Nota: Elaborada con datos obtenidos mediante encuesta aplicada.

Se debe tener en cuenta que los elementos de protección personal que brinda la empresa son los adecuados a los riesgos que se encuentran expuestos los trabajadores y que los mismos son conscientes del riesgo y hacen el uso adecuado para su protección individual.

Una vez analizadas las respuestas de la encuesta al personal encargado de la fabricación y aplicación de las mezclas asfálticas teniendo en cuenta los años de antigüedad y de exposición al asfalto que oscilan entre 3 a 15 años y más de 50% tiene un tiempo mayor a los cinco años, no se evidencia un síntoma significativo o efecto a la inhalación, contacto en ojos o la piel; además de algún síntoma de toxicidad que se enuncian en las fichas de seguridad, teniendo aun así en cuenta que un 22% menciona que desde que está en la empresa ha presentado condiciones de salud recurrente, no son específicos en mencionar a que aspecto hacen referencia.

8.3. Evaluar los controles operacionales

En este apartado se evaluarán los controles operacionales aplicados por la empresa para la gestión del riesgo químico a los que están expuestos los trabajadores, de la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A.

Las medidas de control operacional implementadas en la empresa se dividen en tres grupos, las medidas implementadas en la fuente, medio y el individuo:

8.3.1 Medidas en la fuente

Tabla 24

Medidas en la fuente

PLANTA DE PRODUCCIÓN	APLICACIÓN DE ASFALTO
<p>Maquinaria y equipos adecuados para la producción de mezclas asfálticas.</p> <p>Implementación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinarias y equipos</p> <p>La maquinaria y vehículos cuentan con la documentación requerida y actualizada.</p> <p>Herramientas (rastrillo y nivel) adaptadas para la nivelación de la mezcla asfáltica al momento de cargarse en las volquetas.</p>	<p>Maquinaria y equipos adecuados para la aplicación de mezclas asfálticas en caliente.</p> <p>Implementación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y la maquinaria.</p> <p>La maquinaria y vehículos cuentan con la documentación requerida y actualizada.</p> <p>Herramientas (rastrillo y nivel) adaptadas para la nivelación de la mezcla asfáltica al momento de depositarse en la zona requerida.</p>

Nota: Elaborada con información de PAVIANDI S.A.

8.3.2 Medidas en el medio

Tabla 25

Medidas en el medio

PLANTA DE PRODUCCIÓN	APLICACIÓN DE ASFALTO
-----------------------------	------------------------------

<p>Zona de trabajo al aire libre (lo que permite la ventilación)</p> <p>Estructura que permite la protección ante entes naturales como la lluvia y radiación solar.</p> <p>Deterior del techo de la estructura que cubre los equipos</p> <p>Material triturado se encuentra cubierto con plástico, disminuyendo la circulación de material particulado.</p> <p>Suelos disperejos, lo que favorece la formación de charcos de agua, en temporadas de lluvia.</p> <p>Suelos destapados (tierra), que cuentan con un sistema de riego que minimiza el material particulado</p> <p>Zonas señalizadas y demarcadas.</p>	<p>Generalmente las zonas de trabajo son al aire libre.</p> <p>Trafico de vehículo, por lo cual se evidencias las áreas de trabajo señalizadas y demarcadas.</p>
--	--

Nota: Elaborada con información de PAVIANDI S.A.

8.3.3 Medidas en el individuo

Para ambas áreas de interés (planta de producción y la cuadrilla de aplicación de mezclas asfálticas), se implementan las mismas medidas de control en los trabajadores.

Las diferentes acciones y/o elementos de protección recomendados para el control del riesgo químico en el caso de la exposición a vapores asfálticos, son, en su mayoría, similares, pues están basadas en las normas y entidades internacionales, quienes son las encargadas de suministrar las directrices para la prevención de riesgos en los trabajadores.

Tal como se evidencia en la Tabla 26. Elementos de protección personal según el NIOSH. Tabla elaborada por Quispe & Yucra (2021), basándose en la información publicada por el según el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, conocido por sus siglas en inglés: NIOSH

Tabla 26

Elementos de protección personal según la NIOSH

VÍA DE EXPOSICIÓN	EPP	DESCRIPCIÓN	AGENTE
RESPIRATORIA	Respirador	Respirador de media máscara con cartucho para trabajos con exposición a gases y vapores.	CO, SO ₂ , CO ₂
		Respirador de media cara con filtros para trabajos con exposición a material particulado (polvo)	Benceno, Polvos inhalables (material particulado)
		Respirador de máscara completa con cartuchos para trabajos con exposición a gases y vapores.	CO, SO ₂ , CO ₂
		Máscara de gas completa con filtros para trabajos con exposición a material particulado (polvo)	Benceno, Polvos inhalables (material particulado)
DÉRMICA	Traje protector	Mameluco descartable (tyvek) de cuerpo entero, con capucha para	Benceno, Polvos inhalables (material particulado),

		evitar el contacto con agentes químicos del asfalto.	CO, SO ₂ , CO ₂
	Guantes	Guantes de cuero para evitar el calentamiento prematuro y quemaduras por contacto con superficies calientes o salpicaduras.	Superficies calientes, Proyección de partículas, incandescentes
		Lentes de luna transparente, para evitar el ingreso de partículas a los ojos, evitar la irritación ocular	Proyección de partículas incandescentes, Benceno, Polvos inhalables (material particulado), CO, SO ₂ , CO ₂ .
OCULAR	Protección ocular	Lentes de luna oscura, para evitar el ingreso de partículas a los ojos, evitar la irritación ocular	Proyección de partículas incandescentes, Benceno, Polvos inhalables (material particulado), CO, SO ₂ , CO ₂ .
		Careta facial para evitar el ingreso de partículas a los ojos, evitar la	Proyección de partículas incandescentes, Benceno,

		irritación ocular, evitar la salpicadura de partículas incandescentes.	Polvos inhalables (material particulado), CO, SO ₂ , CO ₂
CORPORAL	Protección corporal	Mandil de cuero, para trabajos con materiales calientes, donde exista proyección de partículas incandescentes o chispas.	Superficies calientes, Proyección de partículas incandescentes
		Mameluco descartable (tyvek) de cuerpo entero, con capucha para evitar el contacto con agentes químicos del asfalto.	Partículas incandescentes, Benceno, Polvos inhalables (material particulado), CO, SO ₂ , CO ₂

Nota: Datos tomados de Quispe & Yucra (2021), tomados de NIOSH.

Así mismo, se puede observar en diferentes hojas de seguridad del asfalto de diferentes entidades, las cuales cuentan con directrices similares, tales como:

Tabla 27

Medidas de seguridad aplicadas en otras organizaciones

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD DE TEXAS, USA.	DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS DE NEW JERSEY, USA	ECOPETROL	HEIDELBERG MATERIALS, ALEMANIA
<ul style="list-style-type: none"> Gafas a pruebas de salpicaduras para químicos, y careta de mínimo 8 pulgadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ropa que evite el contacto del asfalto y la piel. 	<ul style="list-style-type: none"> Guantes impermeables de PVC o térmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de higiene: limpieza y lavado de manos al

<ul style="list-style-type: none"> • Ropa suelta, con cuello y puños, cerrados. • Guantes térmicos. • Botas de seguridad. • Pantalones sin dobladillo. • Botas de seguridad, sin aberturas. • Cremas y lociones protectoras. • Camisas manga largas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de seguridad, térmicos. • Traje, guantes, calzado y protección para la cabeza, limpia y en buen estado. • Gafas de protección. • Cremas y lociones protectoras. • Si la exposición es mayor a 0,5 mg/m³, usar respirador de pieza facial completa con cartucho para vapores orgánicos y prefiltros de partículas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa de trabajo y zapatos de seguridad. • Gafas de seguridad a prueba de salpicaduras. • Protección respiratoria para vapores orgánicos. • Cremas de protección. 	<p>terminar el turno, limpieza de la ropa de trabajo y de los equipos de protección de manera regular.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gafas de seguridad con protecciones laterales. • Guantes y ropa de trabajo termoaislante. • Protección respiratoria completa, aprobadas por la NIOSH, con filtros adecuados a los productos liberados por la mezcla asfáltica.
---	--	---	---

Nota: Elaborada con datos de: Departamento de seguridad de Texas (2020), Departamento de salud y servicios para personas mayores de New Jersey, (2007), Ecopetrol (2019), Heidelberg Materials (2023).

Teniendo como base, no solo lo recomendado por la NIOSH, quienes son los encargados de generar y velar por el cumplimiento de las normas y medidas de seguridad establecidas para garantizar y/o proveer condiciones de seguridad y salud a los trabajadores de las organizaciones, también como se muestra en la Tabla 2., en donde se pueden evidenciar diferentes ejemplos de la aplicación de las recomendaciones y/o reglas de seguridad suministradas por la NIOSH, así mismo en la Tabla 3, se realiza el comparativo

de las medidas propuestas por la agencia y las medidas implementadas por PAVIANDI S.A.

Tabla 28

Comparativo EPP NIOSH - PAVIANDI S.A.

RECOMENDACIONES NIOSH	PAVIANDI S.A.		OBSERVACIONES
	CUMPLE	NO CUMPLE	
Respirador de media máscara con cartucho para trabajos con exposición a gases y vapores.	X		Respirador reutilizable de media cara 3M™ 7502/37082 (AAD), Protección
Respirador de media cara con filtros para trabajos con exposición a material particulado (polvo)	X		Respiratoria. Filtro para Partículas 3M™ 2097, P100, Alivio Niveles Molestos de Vapores Orgánicos.
Respiratoria Respirador de máscara completa con cartuchos para trabajos con exposición a gases y vapores.		X	La empresa no hace uso de máscara completa
Máscara de gas completa con filtros para trabajos con exposición a material particulado (polvo)		X	La empresa no hace uso de máscara completa

	<p>Mameluco descartable (tyvek) de cuerpo entero, con capucha para evitar el contacto con agentes químicos del asfalto.</p>	<p>X</p>
<p>Dérmica (Guantes)</p>	<p>Guantes de cuero para evitar el calentamiento prematuro y quemaduras por contacto con superficies calientes o salpicaduras.</p>	<p>X</p> <p>Guantes de carnaza</p>
	<p>Lentes de luna transparente, para evitar el ingreso de partículas a los ojos, evitar la irritación ocular</p>	<p>X</p> <p>Lentes de seguridad transparentes, con protecciones laterales</p>
<p>Ocular</p>	<p>Lentes de luna oscura, para evitar el ingreso de partículas a los ojos, evitar la irritación ocular</p>	<p>X</p> <p>Lentes de seguridad oscuros, con protecciones laterales</p>
	<p>Careta facial para evitar el ingreso de partículas a los ojos, evitar la irritación ocular, evitar la</p>	<p>X</p>

	salpicadura de partículas incandescentes.	
Corporal	Mandil de cuero, para trabajos con materiales calientes, donde exista proyección de partículas incandescentes o chispas.	X Ropa de trabajo (Camisa manga larga, pantalón de jean y botas de seguridad)
	Mameluco descartable (tyvek) de cuerpo entero, con capucha para evitar el contacto con agentes químicos del asfalto.	X Ropa de trabajo (Camisa manga larga, pantalón de jean y botas de seguridad)

Nota: Elaboración con datos de: Datos tomados de Quispe & Yucra (2021), tomados de NIOSH. Datos suministrados por PAVIANDI S.A.

8.4.Propuesta de mejora

En esta parte de la investigación, con el desarrollo de los anteriores objetivos se pretendió generar una propuesta de mejora a los controles operacionales aplicados para la gestión del riesgo químico presentes en el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas en caliente, de la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A.

Mediante el mejoramiento de los controles operacionales aplicados para el riesgo químico, se busca crear una mejora en el cuidado de la salud de los trabajadores. Los dos peligros principales a los que están expuestos los trabajadores del sistema son:

- Incendio y explosiones: Las mezclas asfálticas manejan temperaturas por encima de los 100°C (150°C y 180°) desde el momento de salida de la fabricación hasta el momento de aplicación en campo. La mezcla es vaciada en la volqueta y es controlada en cantidad, por un trabajador que se encuentra en una plataforma adyacente a la cinta transportadora. Es importante controlar las fuentes de ignición, chispas o fuentes eléctricas que se puedan encontrar en el área de cargue; cualquier mezcla asfáltica que se encuentre a una temperatura por encima de su punto de inflamación es propensa a la combustión, controlar la temperatura en el cargue y aplicación, es muy importante.

Figura 2

Plataforma de descargue



Nota: Figura suministrada por PAVIANDI S.A.

- Quemaduras al contacto con la piel y ojos e inhalación de gases y vapores:

Figura 3

Aplicación de mezclas asfálticas en caliente



Nota: Figura suministrada por PAVIANDI S.A.

Es necesario que los trabajadores utilicen estrictamente todos los EPP's en cualquiera de los procesos del ciclo de trabajo, ya que muchas de las sustancias y solventes que se usan en la fabricación de las mezclas asfálticas son absorbidas rápidamente por la piel que se encuentre expuesta. En el momento de la fabricación, carga y aplicación del asfalto las mezclas generan vapores de compuestos orgánicos volátiles (COV) como el benceno, tolueno, xileno y otros hidrocarburos.

Se plantea como mejora la implementación de control de emisiones durante la producción y aplicación de las mezclas asfálticas, para minimizar los efectos negativos en la calidad del aire y la salud de los trabajadores.

Figura 4

Planta de producción



Nota: Figura suministrada por PAVIANDI S.A.

Sistema de recuperación de vapores

Son utilizados para reducir las emisiones de vapores durante el proceso de fabricación y cargue de las mezclas asfálticas. Los vapores capturados pueden ser utilizados en otro proceso o pueden ser tratados de manera la más segura. Esto hace que los trabajadores no se encuentren expuestos a grandes concentraciones de compuestos volátiles. Este sistema sería incluido en el proceso de llenado de la volqueta, ya que los trabajadores están expuestos en la parte superior del total de la mezcla, la tolva se adecuaría con un extractor para que los vapores no se concentren en el área.

Sistemas de ventilación

Se utilizan para controlar la concentración de vapores o partículas en el ambiente de trabajo, y así reducir los riesgos de exposición de los trabajadores. Este sistema puede incluir ventilación natural o mecánica. En el caso de PAVIANDI S.A la planta de producción se encuentra al aire libre, pero los trabajadores se encuentran expuestos a material particulado, ya que algunos de los materiales utilizados para las mezclas asfálticas no se encuentran totalmente asegurados en tanques, y estos son cubiertos por plásticos.

Equipos de protección personal

Son utilizados para proteger a los trabajadores de la exposición a los vapores emitidos durante el proceso de producción y aplicación de las mezclas, estos equipos pueden incluir respiradores, guantes y gafas. Como mejora se plantea el uso de gafas tipo goggles con careta, ya que las gafas utilizadas en el momento no cumplen con la protección de vapores e los ojos.

Mediciones personales y ambientales

Son tomas realizadas por equipos que indican de forma inmediata la medición de concentraciones de sustancia en el ambiente según el sistema donde sean utilizados. La empresa solo realiza mediciones en campo de sonometría, se implementaría como mejora se implementaría monitores de gases y vapores, ya que estos contienen un sensor generando datos de concentración permitidos.

9. Conclusiones

La empresa se destaca por la gran estandarización en cada uno de los procesos relacionados a la producción y aplicación de mezclas asfálticas en calientes; contando con la información necesaria y solicitada por la normatividad colombiana, así mismo se evidencio la claridad en las labores y responsabilidades del personal vinculado a estas tareas, sin embargo se resalta la necesidad de generar las fichas de seguridad propias de los productos elaborados y suministrados por la empresa, dado que esto indica un fallo en el suministro de la información real de los productos producidos en la empresa, pues actualmente se tiene como referencia la hoja de seguridad del proveedor Humberto Quintero-HQ.

La organización demostró la vigilancia del riesgo mediante las mediciones higiénicas realizadas de sílice cristalina y humos de asfalto realizadas a los trabajadores expuestos al riesgo: trabajadores de planta y cuadrilla, así como los exámenes médicos ocupacionales de ingreso, periódicos y de egreso.

De igual manera, como resultado de la encuesta que se aplicó a los trabajadores de las dos áreas de interés de esta investigación, se resalta la poca sintomatología (El 5,5% refiere presentar tos); teniendo en cuenta lo anterior los trabajadores involucrados en el estudio presentan muy poco tiempo laborando en la empresa (el 44% lleva menos de 1 a 3 años), por lo cual la exposición es muy baja y la información no es suficiente para identificar una afectación a la salud de estos.

Se evidenció la eficacia de la gestión del riesgo llevada a cabo por la empresa, en cuanto a la entrega, uso y capacitación en el mantenimiento de elementos de protección personal, autocuidado entre otros.

Analizando los requerimientos y/o recomendaciones brindadas por entidades internacionales como la NIOSH, la empresa PAVIANDI S.A., cumple con los elementos de protección personal establecidos para la seguridad y salud de los trabajadores de la industria del asfalto, dado que cumple y/o brinda alternativas igualmente aprobadas que han permitido el cuidado del personal y la minimización de la exposición a los contaminantes generados.

10. Recomendaciones

Se debe tener en cuenta dentro de la población objeto a analizar, que sea personal que lleve un tiempo estimado de exposición al riesgo para poder tener resultados certeros en cuanto a la sintomatología y toxicidad de las sustancias químicas.

Se hace necesario que instituciones educativas y/o industriales del país realicen estudios e investigaciones específicas a las actividades relacionadas con exposición a asfalto para poder identificar qué posibles enfermedades laborales se pueden generar en los trabajadores.

Dentro de las investigaciones relacionadas con las actividades de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas, también se hace necesario analizar otros factores de riesgos asociados con enfermedades laborales como biomecánicos y mecánicos debido a que también se encuentran expuestos a este tipo de riesgos.

Como sugerencia en una futura investigación referente al tema de riesgo químico en la fabricación y aplicación de mezclas asfálticas, se podría realizar con metodología aplicada científica realizando mediciones higiénicas en campo para obtener valores actuales y reales.

Referencias bibliográficas

Andara, Bernavé. Responsabilidad del patrón infractor: teorías sobre seguridad y salud en el trabajo en Venezuela. 2018. Venezuela.

Arce, S. (2017). La Prevención de Riesgos Laborales y la accidentalidad laboral en la prensa española: representación y cobertura a partir de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=105848>

Arriaza, A. Tapia, W. (2016). Prevención de riesgos en plantas asfálticas. Santiago de Chile: Ed. Ingeniería y Capacitación MR.

https://www.achs.cl/docs/librariesprovider2/empresa/centro-de-fichas/trabajadores/sp_4.pdf?sfvrsn=29e89b9d_2

BOTASSO, Gerardo. BRAVO, Alba. Mezclas con asfaltos modificados en la República de Panamá. Panamá. 2010.

Buen, N. d. (2011). Derecho del Trabajo I. México: Porrúa.

Cataño, S., et al. (2022). Mejorar aspectos del sistema de gestión de seguridad y salud en trabajo de la empresa Mincivil S.A. como medida de prevención de accidentes laborales. [Curso de Profundización]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49003>.

Caro, L. (7). Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. Recuperado de <https://www.lifeder.com/tecnicas-instrumentos-recoleccion-datos>.

Castillo Cabrera, J. S. I., & Vaca López, J. F. (2017). *Evaluación y control de riesgos físicos, químicos y mecánicos en la elaboración y puesta en obra de mezcla asfáltica en caliente* (Bachelor's thesis, PUCE).

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13456/Tesis%20Castillo_Vaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Congreso de la República de Colombia. 1979. Ley 9 de 1979. Por el cual se dictan medidas sanitarias.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf

Congreso de la República de Colombia. 1993. Ley 100 de 1993. Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5248>

Departamento de seguridad de Texas, Estados Unidos. (2020). La seguridad con el Asfalto. División de Compensación para Trabajadores. <https://www.bldrs.com/wp-content/uploads/2020/07/La-Seguridad-con-el-Asfalto.pdf>

Departamento de salud y servicios para personas mayores de New Jersey. (2007). Hoja informativa sobre sustancias peligrosas.

<https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0170sp.pdf>

ECOPETROL. (2019). Ficha de datos de seguridad: ASFALTOS 60-70.

https://www.ecopetrol.com.co/wps/wcm/connect/241fbc6c-21e9-4596-83b0-12190613d437/fch_Seguridad_Asfalto+60.pdf?MOD=AJPERES&attachment=false&id=1602076773994

Guguit, L. (1912). Las transformaciones generales del Derecho Privado desde el Código Napoleónico.

Guzmán Basurto, N. (2020). Estudio comparativo de los valores límites de exposición profesional en distintos países para diversos materiales usados en el sector de la construcción durante el periodo 2015-2019. (Trabajo Fin de Máster Inédito).

Universidad de Sevilla, Sevilla.

https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/104374/Guzman_Basurto_Nahomy_TF_M_MUSIE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HENAO, F. (2015). Riesgos químicos, biológicos y bioseguridad / Francisco Álvarez Heredia ... [et al.]. -- 2a. ed.-- Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015.

<https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2022/05/Riesgos-quimicos-biologicos-y-bioseguridad-2da-edicion-contenido.pdf>

Hernández, R. Fernández C. y Baptista P. (2010). Metodología de la Investigación. México DF: Mc Graw Hill.

https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf

Heidelberg Materials. (2023). Hoja de datos de seguridad: Mezcla asfáltica en caliente.

https://www.heidelbergmaterials.us/docs/default-source/safety-data-sheets/sp_hot_mix_asphalt_asfalto2c3ab53c2a8c42298a6396c0e3da2290.pdf?sfvrsn=a75914f_7

Hernández Sampieri, R. (2008). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Sexta edición (2017).

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

INSHT. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 140: Estadística y mediciones ambientales. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1987.

https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_140.pdf/47faf406-2ffd-4689-9e60-fd44b25249af?version=1.0&t=1617977222896

INSHT (1997). NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. España.

https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b

INSHT (2004). NTP 750: Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. España.

https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_750.pdf/432e10ef-4658-417a-acc5-b66b3fd3e1c1

INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

(NIOSH). Asfalto. <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/asfalto.html>

Isabel, R. (Primera edición, septiembre- 1994). Manual Derecho del Trabajo. Quito, Ecuador: Mendieta. Código Laboral Ecuatoriano.

JHAYYA, A. (2021). Identificación y evaluación de los posibles riesgos químicos asociados a los procesos productivos de la planta asfáltica de Esmeraldas – San Mateo de GADPE. Esmeraldas, Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2679/1/Jhayya%20Bayas%20Airiana%20Dom%c3%a9nica.pdf>

López, Thenoux, Sandoval, Armijos, Ramírez, Guisado, Moreno (2017) Scielo. Estudio de mezclas asfálticas templadas con emulsión super-estabilizada.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732017000100006

Martínez, J., Martínez, L., Espinosa, M. (2016). Efectos irritantes en piel, mucosas respiratorias y oculares en trabajadores expuestos a humos de asfaltos de una

empresa de infraestructura vial- Cundinamarca, Colombia. *Revista Salud Bosque*, Vol. 6 (1) Págs. 7 – 22.

<https://revistasaludbosque.unbosque.edu.co/index.php/RSB/article/view/1801/1372>

Méndez Medina, D. C., & Achury Amonroy, C. J. (2016). Evaluación de riesgo químico en el área de producción de asfalto a partir de neumáticos.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/327/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mejía, C. R., Cárdenas, M. M., & Gomero-Cuadra, R. (2015). Notificación de accidentes y enfermedades laborales al Ministerio de Trabajo. Perú 2010-2014. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 32, 526-531.

<https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2015.v32n3/526-531/>

Ministerio de la Protección Social. 2007. Resolución 2346 de 2007. Por el cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.

<https://www.ins.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCION%202346%20DE%202007.pdf>

Ministerio de Trabajo de Colombia. 1994. Decreto 1295 de 1994. Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2629>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia. 1979. Resolución 2400 de 1979.

Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

<https://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/industrial%20safety%20statute.pdf>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia. 1989. Resolución 1016 de 1989.

Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores del país.

<https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-documental/subsistemas/subsistema-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/resoluciones/resolucion-1016-de-1989.aspx>

Moncada Jaramillo, M., Ríos Echeverri, Y. V., & Rivera Mendez, L. A. (2020).

Caracterización el riesgo químico en la empresa El Roble Motor SA.

<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/2718/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moscote, O., Méndez, G. A., & Rodríguez, C. A. B. (2012). ANÁLISIS DE

ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN ACTIVIDADES DE PAVIMENTACIÓN CON ASFALTO. *Redes de Ingeniería*, 3(1), 66-81.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/view/6409/7935>

MPI, ESPECIALISTAS EN ASFALTOS. Ficha técnica ASFALTO AC-20.

<http://www.mpi.net.co/document/Cemento-asfaltico-AC-20.pdf>

NIOSH, «Apéndice E - Requisitos del respirador de OSHA para productos químicos seleccionados,» CDC Center for Disease Control and Prevention, 2010. [En línea].

<https://www.cdc.gov/niosh/npg/nengapdx.html>

NIOSH, «Benceno,» CDC Centro para el Control y Detección de Enfermedades, 2017. [En línea]. <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/npg-sp/npgd0049-sp.html>

Otzen.T. & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Int.

J. Morphol., 35(1):227-232, 2017.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Pavimentos Andinos. (s.f). Línea de negocios. PAVIANDI.

<http://www.paviandi.com/lineas-de-negocios/>

Pavimentos andinos S.A.

(S/f). Nsst.es. Recuperado el 23 de abril de 2023, de

<http://nsst.es/documents/94886/4155697/Tema+4.+Medición+de+los+contaminantes+químicos.pdf>

Pilco, A. (2020). Implementación de un sistema de gestión preventiva para los factores de riesgo químico en la planta de asfalto de la empresa Alvarado Lascano José JEAL Construcciones de la ciudad de Ambato. Ambato, Ecuador. Universidad Tecnológica Indoamérica.

<http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2164/1/PILCO%20ACOSTA%20ALEX%20FABIAN.pdf>

Portela, J., & Villeta, M. (2007). Técnicas básicas de Muestreo con SAS. Recuperado 5 de noviembre de 2022, de

<https://eprints.ucm.es/id/eprint/47107/2/T%C3%A9cnicas%20b%C3%A1sicas%20de%20muestreo%20con%20SAS.%20J.%20Portela,%20M.%20Villeta.pdf>

Presidente de la República de Colombia. 2014. Decreto 1477 de 2014. Por el cual se expide la tabla de enfermedades laborales.

https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014.pdf/b526be63-28ee-8a0d-9014-8b5d7b299500

Presidente de la República de Colombia. 2015. Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+1072+Sector+Trabajo+A>

ctualizado+a+Diciembre+20+de+2021.pdf/f1f86400-2b37-0582-5557-87a5d3ea8227?t=1640204850717

Quispe, R. Yucra, R. (2021). Prevención de riesgos a la salud por exposición a contaminantes químicos producidos por asfalto en el proceso de sellado de juntas en los trabajadores de la Municipalidad Provincial de Espinar – 2019. Universidad tecnología del Perú.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4287/Ronald_Quispe_Rossel_Yucra_Tesis_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Relat, J. M. (2010). Introducción a la investigación básica. *Centro de investigación*

biométrica, 221, 227. [https://www.researchgate.net/profile/Jordi-](https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Muntane/publication/341343398_Introduccion_a_la_Investigacion_basica/links/5eb9e7d92851c11a8650cf9/Introduccion-a-la-Investigacion-basica.pdf)

[Muntane/publication/341343398_Introduccion_a_la_Investigacion_basica/links/5eb9e7d92851c11a8650cf9/Introduccion-a-la-Investigacion-basica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Muntane/publication/341343398_Introduccion_a_la_Investigacion_basica/links/5eb9e7d92851c11a8650cf9/Introduccion-a-la-Investigacion-basica.pdf)

R. Maxil Coyopotl y M. A. Salinas Hernández, «Asfalto modificado con polímero,» de

Ventajas y desventajas del uso de Polímeros en el Asfalto, Cholula, Puebla, 2006.

Sanabria-Torres, A. E., Arenas Ariza, M. C., & Acevedo-Pérez, J. Estudio de la Asfaltita y aplicaciones en mezclas asfálticas tibias y semitibias. *Avances: Investigación En*

Ingeniería, 8(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.7068>.

Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhymmEqkkJwC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Mario+Tamayo+y+Tamayo+Proceso+de+Investigaci%C3%B3n+Cient%C3%ADfica&ots=TsbK8nX9kM&sig=FMDyfTZb0NF_jP2L8gJE-32Bmhs#v=onepage&q=Mario%20Tamayo%20y%20Tamayo%20Proceso%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica&f=false

Tipán, J. (2016). Control de calidad de cementos asfálticos utilizados en la fabricación de hormigón asfáltico para capas de rodadura de carreteras en Ecuador. Quito,

Ecuador: Ed. Escuela Politécnica del Ejército.

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/5594/T-ESPE-033711.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad de Jaen (s.f), Diseño documental. Universidad de Jaen

http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/dise_documental.html

Universidad Politécnica, Riesgo químico bajo control. Universidad politécnica de Madrid.

<https://www.upm.es/sfs/Rectorado/Gerencia/Prevencion%20de%20Riesgos%20Laborales/Informacion%20sobre%20Prevencion%20de%20Riesgos%20Laborales/Manuales/folleto%20LABORATORIOS%20QUIMICA%2014nov2006.pdf>

Vintimilla, M. (2019). Identificación de peligros y evaluación de riesgos en la Planta

Procesadora de asfalto del GAD Municipal de Azogues. Cuenca, Ecuador: Ed.

Universidad del Azuay.

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9391/1/15029.pdf>