

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



Cumplimiento de la Resolución Ministerial N°733-2024/MINSA,
de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma, Lima, 2025

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

Jose Raul Chipana Chunga

ASESOR

Pedro Palacios Farfán

Lima, Perú

2025

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	Jose Raul
Apellidos	Chipana Chunga
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	77484733
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	Pedro Miguel
Apellidos	Palacios Farfan
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	32543302
Número de Orcid (obligatorio)	https://orcid.org/0009-0003-6232-8909

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

Nombres	Jeison Joan
Apellidos	Cabanillas Vasquez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	47715169

Datos del segundo miembro

Nombres	Maria del Carmen
Apellidos	Villegas Montoya
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42150340

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	Agentes químicos, Monitoreo ocupacional, Valores límite permisibles, Seguridad y salud en el trabajo, R.M. N.º 733-2024/MINSA.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional <input type="checkbox"/>
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Ambiental
Grado académico o título profesional	Título Profesional <input type="checkbox"/>
Nombre del programa	Ingeniería Ambiental
Código del programa Consultar el listado: enlace	521066

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

ACTA N° 075-2026-UCSS/FCAA-DA

Siendo las 10:00 horas del 24 de febrero de 2026, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. Jeison Joan Cabanillas Vasquez | Jurado Presidente |
| 2. Maria del Carmen Villegas Montoya | Jurado Miembro |
| 3. Pedro Miguel Palacios Farfan | Asesor |

Se reunieron para la sustentación virtual del trabajo de suficiencia profesional titulado:

**Cumplimiento de la Resolución Ministerial N°733-2024/MINSA,
de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma, Lima, 2025**

Que presenta el Bachiller en Ciencias Ambientales:

Chipana Chunga Jose Raul

cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación, la presentación y sustentación de un trabajo de suficiencia profesional, para obtener el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado lo declara:

Aprobado

En mérito al resultado obtenido, se eleva la presente acta al decanato de Ciencias Agrarias y Ambientales, a fin de que se declare EXPEDITA, para conferirle el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, 24 de febrero de 2026

Jeison Joan Cabanillas Vasquez
Jurado Presidente

Maria del Carmen Villegas Montoya
Jurado Miembro

Anexo 2

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON
INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Lima, 18 de febrero de 2026

Señor,
José Victor Ruíz Ccancce
Jefe del Departamento Académico
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el trabajo de suficiencia profesional, con título: 'Cumplimiento de la Resolución Ministerial N°733-2024/MINSA, de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma, Lima, 2025', presentado por Jose Raul Chipana Chunga , (código de estudiante 2014200060, y DNI 77484733) para optar el título profesional de Ingeniería Ambiental, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante en el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se la ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 4 %**. Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Pedro Miguel Palacios Farfan

DNI N° 32543302

ORCID N° <https://orcid.org/0009-0003-6232-8909>

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE GENERAL.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE ANEXOS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	8
TRAYECTORIA DEL AUTOR	9
a. Descripción de la organización donde labora.....	9
b. Organigrama de la organización.....	9
c. Área de desempeño y funciones inherentes al cargo	9
d. Experiencia profesional alcanzada en la organización	9
I. EL PROBLEMA	10
1.1.Planteamiento del problema	10
1.1.1 Problema principal.....	11
1.1.2 Problemas secundarios	11
1.2. Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivo General	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3.Justificación.....	12
1.4 Alcances y limitaciones	14
1.4.1 Alcances	14
1.4.2. Limitaciones	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes.....	16

2.2. Definición de términos básicos	18
2.2.1. Agentes químicos.	18
2.2.2. Partículas respirables (PM2.5).....	18
2.2.3. Humos metálicos.	18
2.2.4. Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).	18
2.2.5. Valores Límites Permisibles (VLP).....	19
2.2.6. TWA (Time Weighted Average).....	19
2.2.7. Zona de respiración.	19
2.2.8. Sistema de muestreo personal.	19
2.2.9. Bomba de muestreo personal.....	19
III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	20
3.1 Metodología de la solución	20
3.3 Factibilidad técnica-operativa	39
IV. ANÁLISIS CRÍTICO.....	42
4.1 Cuadro de inversión.....	42
4.2 Análisis de costos – beneficio	43
V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS A LA ORGANIZACIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	53
ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Organigrama de la Empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C	10
Capacitación y entrega de EPPs al personal operativo.....	37
Equipos de respiración	38
Organigrama Institucional	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Cuadro de inversión.....	42
Análisis de costo y beneficio	43
Periodicidad de monitoreo ocupacional según resultados del estudio.	48
Matriz FODA de la solución	24
Carta Gantt de desarrollo de solución.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Organgrama instrucional.....	42
Anexo 2. Matriz FODA de la solución.....	43
Anexo 3. Carta Gantt de desarrollo de solución.....	61
Anexo 4. Plan de monitoreo de agentes químicos.....	63

RESUMEN

El presente estudio de suficiencia profesional tuvo como objetivo determinar la concentración de agentes químicos en los ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C., en Lima, con la finalidad de cumplir la Resolución Ministerial N.º 733-2024/MINSA y fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. La metodología aplicada comprendió la identificación de áreas críticas, el diseño de un plan de muestreo, la ejecución de monitoreos ocupacionales de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles, el análisis de laboratorio mediante metodologías NIOSH y la comparación de resultados con los Valores Límite Permisibles vigentes, apoyándose en la matriz FODA para definir estrategias. Los resultados permitieron identificar ambientes con mayor exposición asociados a actividades de mantenimiento mecánico, soldadura y pintado, evidenciando la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas. A partir de los hallazgos, se establecieron acciones de control como mejora de la ventilación, dotación de equipos de protección personal especializados y programas de capacitación al personal. Se concluye que la ejecución del estudio permitió cumplir con la normativa sanitaria, reducir el riesgo químico ocupacional, fortalecer la cultura preventiva y generar beneficios operativos, legales y económicos para la organización, consolidando su compromiso con la protección.

Palabras clave: Agentes químicos, Monitoreo ocupacional, Valores límite permisibles, Seguridad y salud en el trabajo, R.M. N.º 733-2024/MINSA.

ABSTRACT

The present professional sufficiency study aimed to determine the concentration of chemical agents in the working environments of the company Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C., located in Lima, in order to comply with Ministerial Resolution N°. 733-2024/MINSA and to strengthen the Occupational Health and Safety Management System. The methodology included the identification of critical areas, the design of a sampling plan, the execution of occupational monitoring of respirable particles, metal fumes, and volatile organic compounds, laboratory analysis using NIOSH methodologies, and the comparison of results with the current Permissible Exposure Limits, supported by a SWOT matrix to define strategic actions. The results identified work environments with higher exposure levels associated with mechanical maintenance, welding, and painting activities, highlighting the need to implement corrective and preventive measures. Based on the findings, control actions were established, including improvements in ventilation systems, provision of specialized personal protective equipment, and the implementation of training programs for workers. It is concluded that the execution of this study enabled compliance with health regulations, reduced occupational chemical risks, strengthened preventive culture, and generated operational, legal, and economic benefits for the organization, consolidating its commitment to worker health protection.

Keywords: Chemical agents, Occupational monitoring, Permissible exposure limits, Occupational health and safety, Ministerial Resolution N°. 733-2024/MINSA.

INTRODUCCIÓN

La gestión adecuada de los agentes químicos en los ambientes laborales constituye un componente vital dentro de los sistemas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), debido a los riesgos que representan para la salud de los trabajadores y para el cumplimiento de la normativa vigente. En el contexto nacional, la reciente R.M. N.º 733-2024/MINSA establece lineamientos actualizados para la evaluación de los Valores Límite Permisibles (VLP) de agentes químicos en centros laborales, reforzando la obligación de las empresas de implementar medidas de control basadas en evidencia técnica. Esta disposición exige a las organizaciones realizar estudios de monitoreo ocupacional para identificar, cuantificar y gestionar los riesgos derivados de la exposición a compuestos nocivos.

En la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C., cuyas actividades incluyen mantenimiento mecánico, soldadura, pintado y operación de equipos utilizados para la recolección y transporte de residuos sólidos, los trabajadores desarrollan tareas en ambientes donde se generan partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles. Antes del presente estudio, no se cuenta con información técnica para conocer el nivel real de exposición a dichos agentes, lo que constituía una brecha significativa frente a las obligaciones establecidas por el Ministerio de Salud. Esta ausencia de evaluaciones limitaba la capacidad de la empresa para implementar medidas preventivas efectivas, afectando potencialmente la protección de la salud del personal, así como el cumplimiento normativo.

La identificación y análisis de los resultados permitirán adoptar medidas orientadas a reducir la exposición de los trabajadores, fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) y garantizar el alineamiento institucional a la R.M. N.º 733-2024/MINSA. La importancia de este trabajo radica en que provee información esencial para la toma de decisiones, protege la integridad física del personal, previene enfermedades ocupacionales y contribuye al cumplimiento normativo que exige la autoridad sanitaria.

TRAYECTORIA DEL AUTOR

a. Descripción de la organización donde labora

Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C. (T.E. Prisma) inicia sus operaciones el 24 de mayo del 2021, dedicada a la prestación de Servicio Integral de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos a nivel nacional. Poniendo especial atención en la calidad, precio y cuidado del medio ambiente, garantizando a sus clientes que el personal de la empresa Prisma, desarrolla sus operaciones, en espacio limpio y agradable. Actualmente cuenta con más de 500 colaboradores y más 150 camiones compactadores, que permite asegurar un servicio oportuno y de calidad, a sus clientes y a la comunidad. T. E. Prisma S.A.C. (2021). *Información institucional y operativa de la empresa*. Documento interno.

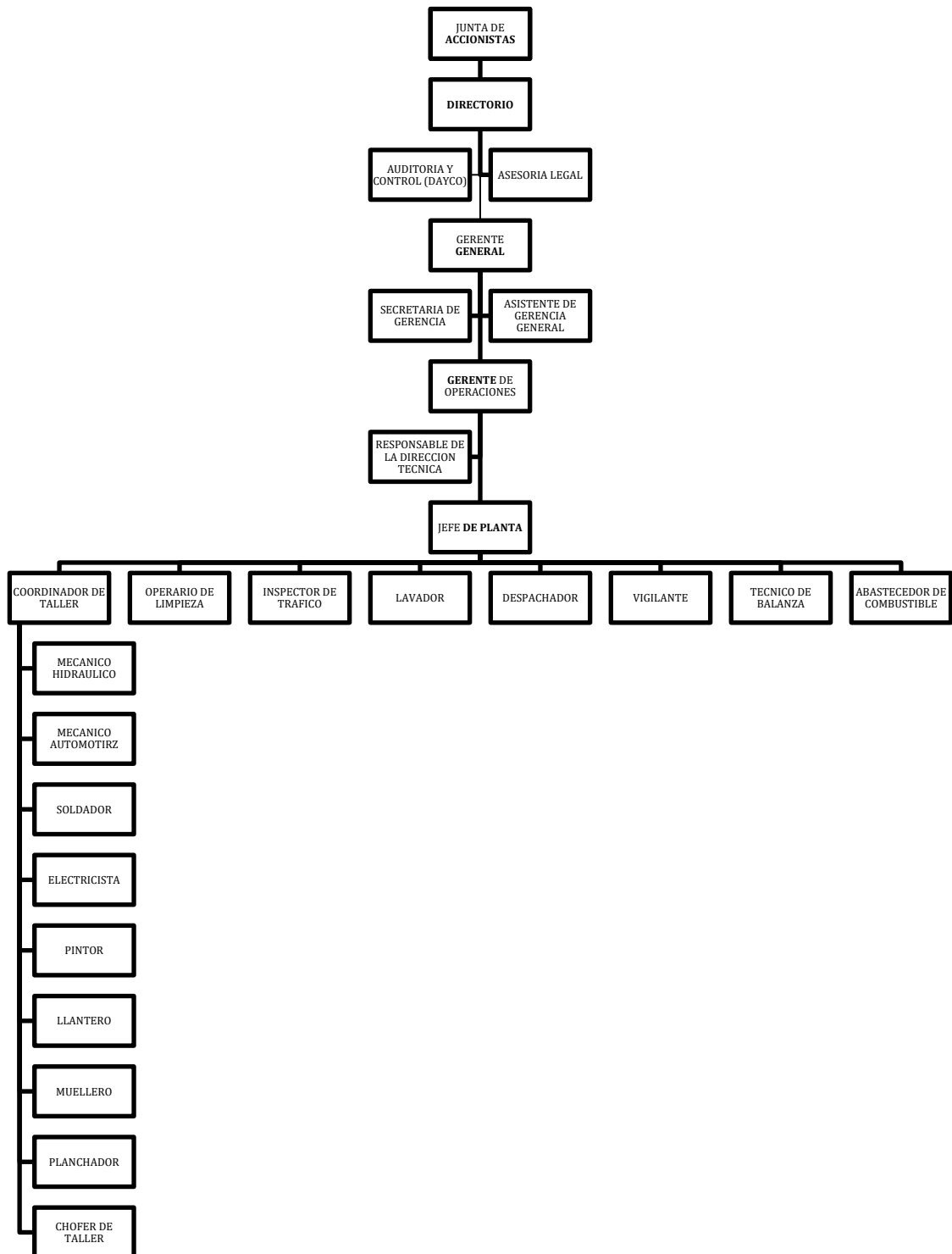
Actualmente también brinda el servicio de asesoría técnica y ambiental en forma permanente, brindando solución a sus clientes.

b. Organigrama de la organización

La empresa T.E. Prisma, está organizada a nivel jerárquico a base de responsabilidades y relaciones entre áreas. A continuación, la Figura 1 detalla la estructura organizacional de los puestos.

Figura 1

Organigrama de la Empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.



Nota. Figura tomada del organigrama de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

c. Área de desempeño y funciones inherentes al cargo

Actualmente me desempeño como Jefe de Planta y responsable del cumplimiento de la normativa de seguridad y medio ambiente de la empresa T.E Prisma.

Entre mis principales funciones se encuentra:

- Implementar acciones correctivas y preventivas en las actividades operativas.
- Capacitar al personal en políticas, procedimientos y estándares de SST.
- Supervisar la correcta prestación del Servicio Integral de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos, en la base de operaciones, del Distrito de Comas-Lima.

d. Experiencia profesional alcanzada en la organización

A lo largo de mi trayectoria profesional en la organización, he tenido la oportunidad de crecer profesionalmente desde mi etapa como supervisor (2021) hasta alcanzar la Jefatura de Planta (2025). Esto me permite desarrollar y consolidar mis conocimientos en normativas de seguridad y medio ambiente, de los procesos operativos en la prestación del Servicio Integral de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos. Además de adquirir capacidades: de trabajo en equipo, liderazgo, formación de personal operativo y administrativo.

I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST, 2022) la exposición a los agentes químicos en el lugar de trabajo es un problema, que a pesar de haber regulaciones y normas que establecen los límites de exposición a las sustancias químicas en el lugar de trabajo, aún existen trabajadores que están expuestos a niveles peligrosos de sustancias químicas, además de haber agentes químicos que no están regulados. En el Perú tenemos el reglamento sobre los Valores Límites Permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo aprobado por Decreto Supremo 015-2005-SA.

Los agentes químicos implican riesgos a la salud de los trabajadores. Por ende, es importante conocer la presencia de estos para tomar medidas de control que aseguren la salud de los trabajadores. Tal como indica la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) los factores de riesgos ocupacionales representan una parte considerable de la carga de morbilidad derivada de enfermedades ocupacionales.

A nivel nacional se han ratificado los protocolos y convenios con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2021) y el (OMS) respecto a la seguridad y salud ocupacional, de manera que este aspecto se encuentra considerado en la constitución, leyes y reglamentos, de manera que se implementen los planes de seguridad y salud en la empresa.

Uno de estos requisitos está relacionado con la gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional y un sistema de gestión, dentro del cual se relacionan diversos procesos de la empresa que establece medidas de control y mejora continua para dar tratamiento a sus factores de riesgo.

Dentro de los grupos ocupacionales de todos los sectores que tienen exposición a contaminarse son los que interactúan directamente. Según la OIT estima que, de los 2 millones de muertes vinculadas al trabajo, 440 000 se producen como resultado de la

exposición de los trabajadores a agentes químicos. Las principales industrias se ven expuestas sus trabajadores a diversos químicos dentro de sus procesos productivos y extractivos, tales son como: procesos textiles, soldaduras, y cuyas materias primas sean aluminio, metales duros, plástico, pinturas o adhesivos, mantenimiento de plantas industriales, Lamentablemente la informalidad de muchas empresas demuestra carencias de algún tipo de medidas preventivas.

Los agentes químicos son frecuentes en los ambientes de trabajo de la empresa E.T. Prisma, representando un riesgo mayor para la salud de los trabajadores, en comparación con los otros agentes ocupacionales. Debido a que la mayoría de las actividades se desarrollaban en condiciones inseguras. La actividad de la empresa es el taller mecánico, mantenimiento de camiones recolectores de residuos sólidos, pintado de unidades, soldadura de metales duros.

Por lo expuesto, motivó realizar el presente estudio: determinación de concentración de agentes químicos en ambientes de trabajo para el cumplimiento de la RM N°733-2024/MINSA de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma, Lima, 2025

1.1.1 Problema principal

Ausencia de estudios para determinar el nivel de concentración de agentes químicos, en ambientes de trabajo para el cumplimiento de la R.M. N°733-2024/MINSA, de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma, Lima, 2025.

1.1.2 Problemas secundarios

- Carencia de identificación de ambientes de trabajo donde hay presencia de agentes químicos que representan un riesgo para la salud de los trabajadores.
- Carencia de estudios para determinar el nivel de concentración de agentes químicos en los ambientes de trabajo que sobrepasan los límites permisibles establecidos.

- Ausencia de implementación de acciones que permitan la protección de los trabajadores ante exposiciones de concentración de agentes químicos.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Cumplimiento de la RM N°733-2024/MINSA, en los ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma, Lima, 2025

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los ambientes de trabajo donde hay presencia de agentes químicos que representan un riesgo para la salud de los trabajadores.
- Determinar y analizar los ambientes de trabajo para el cumplimiento de la RM N°733-2024/MINSA.
- Establecer en base a los resultados y conclusiones acciones de medidas de control aplicables para la protección de los trabajadores ante exposiciones de concentración de agentes químicos.

1.3. Justificación

El presente estudio se justifica por la necesidad de garantizar condiciones de trabajo seguras para los colaboradores de la empresa T. E. Prisma, quienes están expuestos a diversos agentes químicos generados durante actividades de mantenimiento, soldadura, pintado y operación en los talleres de la organización. Estos agentes representan riesgos significativos para la salud, especialmente cuando no existen estudios que permitan identificar sus concentraciones reales y compararlas con la normativa vigente. La exposición a sustancias químicas sin control puede generar enfermedades respiratorias, neurológicas y cancerígenas, lo cual coincide con las advertencias realizadas por organismos internacionales especializados (OIT, 2021; OMS, 2022).

La exposición prolongada a partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles puede desencadenar enfermedades ocupacionales, tal como lo señalan diversos informes técnicos que ubican a los riesgos químicos entre los principales factores asociados a morbilidad laboral (INSST, 2022; OMS, 2022). Estas evidencias refuerzan la importancia de realizar evaluaciones periódicas que permitan adoptar medidas preventivas eficaces.

A juicio del marco legal, el estado peruano exige a los empleadores implementar sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo que garanticen la identificación, evaluación y control de los agentes químicos, como lo establece la Ley N.º 29783 y su reglamento (D.S. 005-2012-TR), así como el D.S. N.º 015-2005-SA y la reciente R.M. N.º 733-2024/MINSA, que actualiza los Valores Límite Permisibles (MINSA, 2024). La ausencia de monitoreos adecuados constituye una infracción que puede generar sanciones administrativas, paralización de actividades y afectación a la continuidad operativa.

El presente estudio permite obtener información confiable sobre la presencia y concentración de los agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores, estableciendo una línea base que sirve para implementar medidas de control, capacitar al personal, fortalecer la cultura preventiva y mejorar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST). Además, contribuye a la toma de decisiones estratégicas orientadas a reducir riesgos, mejorar el desempeño operativo y fortalecer la imagen corporativa de la empresa ante clientes y autoridades fiscalizadoras (SUNAFIL, 2023).

En conjunto, la investigación es pertinente, relevante y necesaria tanto desde el punto de vista técnico como legal, preventivo y organizacional, ya que promueve la protección de la salud de los trabajadores y el cumplimiento estricto de las normativas vigentes, asegurando ambientes de trabajo seguros y sostenibles.

1.4 Alcances y limitaciones

1.4.1 Alcances

- **Determinación inicial de agentes químicos:**

El estudio abarcó la fase diagnóstica sobre la presencia y concentración de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles en los principales ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C. Este diagnóstico permitió conocer la situación real respecto al cumplimiento de la RM N.º 733-2024/MINSA y el D.S. N.º 015-2005-SA.

- **Identificación de áreas críticas:**

Se identificaron los ambientes donde la exposición a agentes químicos representa un riesgo mayor para la salud de los trabajadores. Esto facilitó priorizar acciones de control y establecer lineamientos preventivos.

- **Base técnica para la toma de decisiones:**

El estudio permitió diseñar medidas de control, preventivas y correctivas, mediante el uso de información cuantitativa proveniente de los monitoreos ocupacionales. Esto fortaleció la gestión preventiva del área de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

- **Fortalecimiento del sistema de gestión:**

El proceso contribuyó a la mejora profesional del área de Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente, reforzando procedimientos internos y actualizando registros obligatorios establecidos por la Ley 29783, su reglamento y la RM N.º 733-2024/MINSA.

- **Apoyo institucional:**

La alta dirección otorgó los recursos necesarios y autorizó la participación de la consultora especializada Ingeniería en Higiene Seguridad y Gestión Integral S.A.C., lo que garantizó la

validez técnica del monitoreo.

- **Compromiso organizacional:**

El proyecto impulsó la participación del personal operativo y administrativo, reforzando la cultura de prevención y el compromiso con los lineamientos del área de SST.

1.4.2. Limitaciones

- **Falta de mediciones periódicas:**

Si bien se realizó un estudio inicial, la empresa aún no cuenta con un programa sostenido de monitoreos periódicos que permita comparar tendencias temporales o validar la efectividad continua de las medidas de control.

- **Bajo nivel de cultura preventiva:**

Se identificó que parte del personal operario desconoce los efectos de los agentes químicos y la importancia del uso adecuado del EPP. Esto limita la eficacia de las medidas de prevención.

- **Limitaciones en disponibilidad de EPP especializado:**

No todos los trabajadores cuentan con equipos de protección personal adecuados para ambientes con exposición a humos metálicos o compuestos orgánicos volátiles, lo que incrementa el riesgo de afecciones a la salud.

- **Infraestructura operativa con mejoras pendientes:**

Aunque las áreas evaluadas permiten el monitoreo, requieren reforzar condiciones de ventilación, señalización y control de emisiones, principalmente en actividades de soldadura, mantenimiento y pintura.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En los últimos años, distintas investigaciones en el ámbito de la higiene ocupacional han reforzado la necesidad de evaluar los agentes químicos presentes en los centros laborales, debido a su impacto comprobado en la salud de los trabajadores y en el cumplimiento normativo.

- **Antecedentes internacionales**

Martínez *et al.* (2024) desarrollaron una investigación en talleres de mantenimiento de maquinaria pesada en México para evaluar la presencia de compuestos orgánicos volátiles (COV) generados por solventes, pinturas y combustibles. Se emplearon detectores fotoionizantes y análisis por cromatografía de gases, encontrándose concentraciones de tolueno y xileno superiores a los valores límite permisibles de referencia. El estudio permitió implementar controles de ventilación y sustitución de solventes, aportando criterios aplicables a los procesos de pintado en la T.E. Prisma.

En España, Ruiz y Fernández (2024) en su investigación realizaron un análisis comparativo entre métodos NIOSH y OSHA para monitoreo de polvo respirable y humos metálicos en operaciones de soldadura. Los resultados evidenciaron variaciones significativas entre metodologías, enfatizando la importancia de seleccionar técnicas adecuadas y laboratorios acreditados. Este aporte es valioso para estudios que buscan precisión analítica, como el aplicado en la empresa T. E. Prisma.

Silva y Pineda (2023), en su estudio realizado en plantas metalmecánicas en Colombia, evaluaron la exposición a partículas respirables y humos metálicos en áreas de soldadura aplicando los métodos NIOSH 0500 y 0600. Los autores concluyeron que más del 40% de los puestos monitoreados superaban los límites ocupacionales establecidos por la ACGIH, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las medidas de ventilación y protección

respiratoria. Este antecedente es relevante para el presente estudio, ya que la empresa Prisma desarrolla actividades similares que generan humos metálicos y partículas finas.

- **Antecedentes nacionales**

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) publicó un informe actualizado sobre enfermedades ocupacionales asociadas a la exposición a agentes químicos, destacando que los contaminantes del aire laboral (polvos finos, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles) continúan siendo una de las principales causas de enfermedades respiratorias y cáncer ocupacional. Este reporte refuerza la importancia de evaluar la exposición en actividades como soldadura, pintado y mantenimiento, propias de la empresa evaluada.

En el Perú, Torres y Aguilar (2023) analizaron la gestión de agentes químicos en empresas del sector automotriz, encontrando que el 72 % no realizaba monitoreos ocupacionales periódicos y que existían brechas importantes en el uso de EPP y en los registros obligatorios establecidos por la Ley 29783. Este antecedente demuestra la problemática nacional respecto al incumplimiento de monitoreos, coincidiendo directamente con la situación inicial de T.E. Prisma antes del presente estudio.

Por otro lado, Gómez y Torres (2023) en su investigación evaluaron el cumplimiento normativo en industrias peruanas tras la actualización de estándares ocupacionales derivados del D.S. 015-2005-SA. Observaron que más del 40 % de empresas no contaban con registros obligatorios de monitoreo, lo que las exponía a sanciones administrativas. Este antecedente se relaciona directamente con la problemática detectada en la T.E. Prisma, donde no se habían realizado estudios previos de exposición química.

Los estudios mencionados respaldan la necesidad de realizar monitoreos ambientales periódicos, fortalecer los sistemas de prevención y garantizar el cumplimiento de valores límite permisibles, aspectos directamente alineados con la RM N.º 733-2024/MINSA, que actualiza los estándares de exposición a agentes químicos en el Perú.

2.2 Definición de términos básicos

2.2.1 Agentes químicos

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), un agente químico es toda sustancia o mezcla presente en el ambiente laboral que, por sus propiedades físicas o toxicológicas, puede generar efectos adversos en la salud del trabajador. Estos pueden encontrarse en forma de polvo, humo, gas, vapor o aerosol.

2.2.2 Partículas respirables (PM2.5)

Son partículas sólidas o líquidas menores a 2.5 μm que pueden penetrar profundamente en los alvéolos pulmonares. La ACGIH (2024) indica que estas partículas suelen contener metales como manganeso, hierro o plomo, y son generadas principalmente en procesos de soldadura, lijado, pulido y manipulación de materiales particulados.

2.2.3 Humos metálicos.

Definidos por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, 2023) como partículas ultrafinas generadas durante la condensación de metales vaporizados por procesos de alta temperatura (soldadura, corte térmico, fundición). Su inhalación puede provocar fiebre, afecciones pulmonares crónicas y efectos sistémicos.

2.2.4 Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).

Los COV son sustancias químicas con alta volatilidad a temperatura ambiente, tales como solventes, pinturas y combustibles. La OMS (2023) señala que la exposición prolongada a estos compuestos puede causar irritación respiratoria, efectos neurotóxicos y riesgos cancerígenos dependiendo del compuesto.

2.2.5 Valores Límites Permisibles (VLP).

Según la RM N.º 733-2024/MINSA, los VLP son concentraciones máximas de agentes químicos en el aire de un ambiente de trabajo, promediadas en períodos de referencia de 8 horas (TWA) o 15 minutos (STEL). Su función es proteger la salud de los trabajadores mediante el control de la exposición.

2.2.6 TWA (Time Weighted Average).

Promedio ponderado de exposición durante una jornada laboral de 8 horas. Si la jornada es distinta a 8 horas, la RM N.º 733-2024/MINSA establece la necesidad de aplicar el factor de corrección correspondiente.

2.2.7. Zona de respiración.

Espacio alrededor del rostro donde se recoge el aire inhalado por el trabajador. NIOSH (2024) establece que la toma de muestras debe colocarse a no más de 30 cm de esta zona para asegurar representatividad.

2.2.8 Sistema de muestreo personal.

Incluye la bomba de muestreo personal y los filtros PVC o de fibra de vidrio utilizados para capturar contaminantes. Para partículas respirables y humos metálicos, las metodologías NIOSH 0600 y 7300 son las más empleadas en estudios actuales (NIOSH, 2024).

2.2.9 Bomba de muestreo personal

Equipo que captura aire en la zona de respiración del trabajador por un tiempo determinado para cuantificar agentes químicos presentes según metodologías analíticas validadas.

III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1 Metodología de la solución

La metodología aplicada para el desarrollo de la presente propuesta de solución se fundamentó en el ciclo de mejora continua PHVA (Planear - Hacer - Verificar - Actuar), también conocido como ciclo de Deming, el cual es ampliamente utilizado en los sistemas de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo por su enfoque sistemático, preventivo y orientado al cumplimiento normativo.

Este enfoque permitió estructurar de manera ordenada la determinación de la concentración de agentes químicos en los ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C., asegurando la identificación de riesgos, la ejecución técnica del monitoreo, la evaluación de resultados y la aplicación de medidas de control, en concordancia con la RM N.º 733-2024/MINSA, el D.S. N.º 015-2005-SA y la Ley N.º 29783.

La metodología se desarrolló en cuatro etapas, descritas a continuación:

Etapas 1: Planear

En esta etapa se establecieron las bases técnicas y organizativas necesarias para la ejecución del estudio. Las principales actividades desarrolladas fueron:

- Revisión del marco normativo aplicable a agentes químicos en ambientes de trabajo, principalmente la RM N.º 733-2024/MINSA y el D.S. N.º 015-2005-SA.
- Identificación de los procesos y actividades con potencial exposición a agentes químicos, tales como soldadura, pintado, mantenimiento mecánico y limpieza industrial.
- Selección de los agentes químicos a evaluar: partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles (COV).

- Definición de los puestos de trabajo críticos y de la población expuesta, considerando jornada laboral, tareas realizadas y condiciones del ambiente.
- Elaboración del plan de monitoreo ocupacional, incluyendo metodología de muestreo, duración, número de estaciones y criterios técnicos basados en normas NIOSH.
- Coordinación con la empresa consultora especializada para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio.

Esta fase permitió establecer un diagnóstico preliminar y asegurar que el estudio se desarrollara de forma planificada y conforme a los estándares técnicos exigidos.

Etapa 2: Hacer

En esta etapa se ejecutaron las actividades planificadas para la determinación de las concentraciones de agentes químicos en los ambientes laborales. Las acciones principales fueron:

- Implementación del monitoreo ocupacional en los puestos de trabajo seleccionados, utilizando equipos calibrados de muestreo personal y ambiental.
- Instalación de bombas de muestreo en la zona de respiración de los trabajadores, garantizando representatividad de la exposición real.
- Recolección de muestras de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles durante la jornada laboral.
- Registro de información técnica complementaria: uso de EPP, condiciones de ventilación, tareas realizadas y tiempo de exposición.
- Envío de las muestras a laboratorio acreditado para su análisis mediante metodologías NIOSH y técnicas instrumentales validadas.

Esta fase permitió obtener datos cuantitativos confiables sobre la exposición ocupacional a agentes químicos en los ambientes evaluados.

Etapa 3: Verificar

En la etapa de verificación se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos, con el fin de evaluar el cumplimiento normativo y el nivel de riesgo. Las actividades desarrolladas incluyeron:

- Análisis de los resultados de laboratorio y cálculo de las concentraciones finales de los agentes químicos evaluados.
- Comparación de los valores obtenidos con los Valores Límite Permisibles establecidos en la RM N.º 733-2024/MINSA.
- Clasificación del nivel de riesgo (bajo, moderado o alto) según el grado de superación o proximidad a los límites permisibles.
- Identificación de áreas críticas y puestos de trabajo con mayor nivel de exposición.
- Evaluación de la efectividad del uso de equipos de protección respiratoria mediante factores de ajuste.

Esta etapa permitió validar el estado real de la exposición química y sustentar técnicamente la necesidad de implementar medidas de control.

Etapa 4: Actuar

En la etapa final se definieron e implementaron acciones de mejora orientadas a reducir la exposición de los trabajadores y fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Las principales acciones fueron:

- Propuesta e implementación de medidas de control técnico, tales como mejoras en ventilación y control de emisiones.
- Reforzamiento del uso de Equipos de Protección Personal especializados, especialmente protección respiratoria adecuada al tipo de agente químico.
- Ejecución de programas de capacitación y sensibilización al personal sobre riesgos químicos y prácticas seguras de trabajo.
- Actualización de procedimientos, registros y documentación del SGSST relacionados con la gestión de agentes químicos.
- Establecimiento de lineamientos para la ejecución de monitoreos periódicos como parte de la mejora continua.

Esta etapa consolidó la aplicación del ciclo PHVA, permitiendo transformar los resultados del estudio en acciones concretas de prevención y control.

3.2 Desarrollo de la solución

El desarrollo de la solución para la determinación de la concentración de agentes químicos en los ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C. se estructuró bajo el enfoque del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), herramienta de gestión ampliamente utilizada en los sistemas de Seguridad y Salud en el Trabajo por su eficacia para la mejora continua. La aplicación de este ciclo permitió organizar de manera sistemática todas las actividades del estudio, asegurando un proceso técnico, documentado y alineado con la Resolución Ministerial N.º 733-2024/MINSA, el Decreto Supremo N.º 015-2005-SA y la Ley N.º 29783.

Este enfoque metodológico facilitó la identificación de peligros químicos, la evaluación objetiva de la exposición ocupacional, la comparación de resultados con los valores límite

permisibles y la definición de acciones preventivas y correctivas, contribuyendo al fortalecimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) de la empresa.

3.2.1 Etapa 1: Planear

La etapa de planificación constituyó el punto de partida del desarrollo de la solución, ya que permitió establecer los lineamientos técnicos, normativos y operativos necesarios para la ejecución del estudio. En primer lugar, se realizó una revisión exhaustiva del marco legal vigente aplicable a la evaluación de agentes químicos en ambientes laborales, considerando principalmente la RM N.º 733-2024/MINSA, que actualiza los Valores Límite Permisibles, así como la normativa complementaria en materia de seguridad y salud ocupacional.

Posteriormente, se efectuó la identificación de peligros y evaluación preliminar de riesgos, enfocándose en los procesos productivos desarrollados en la empresa, tales como mantenimiento mecánico de camiones recolectores, soldadura de estructuras metálicas, pintado de contenedores y camiones de recolección. Estas tareas fueron consideradas debido a la generación de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles.

Como parte de la planificación, se realizó un reconocimiento de campo que incluyó inspecciones visuales, entrevistas con trabajadores y supervisores, y revisión de registros internos del SGSST. Esta información permitió seleccionar los puestos de trabajo representativos y definir las áreas prioritarias de evaluación, considerando criterios como frecuencia de exposición, duración de la jornada laboral y condiciones de ventilación.

Finalmente, se coordinó con la empresa consultora especializada la programación del monitoreo y la logística correspondiente, asegurando la disponibilidad de equipos calibrados y personal técnico calificado para la ejecución del estudio.

3.2.2 Etapa 2: Hacer

Durante esta fase se llevó a cabo el monitoreo de agentes químicos, siguiendo estrictamente los procedimientos técnicos establecidos en las metodologías NIOSH, con el fin de garantizar la representatividad y confiabilidad de los resultados.

Las mediciones se realizaron mediante muestreo personal, colocando las bombas de muestreo en la zona de respiración de los trabajadores seleccionados, a una distancia no mayor a 30 cm del rostro, de acuerdo con los criterios técnicos establecidos. Este tipo de muestreo permitió evaluar la exposición real del trabajador durante el desarrollo normal de sus actividades.

Tabla 1

Cuadro de estación de monitoreo para Partículas Respirables

Datos del trabajador evaluado			
Estación de Monitoreo	PR-01		
Nombres y Apellidos	Roberto Vásquez Huaman		
Horario de trabajo	Lunes a sábados de 08:00 – 14:00 horas		
Epp's que utiliza	Zapatos de seguridad, guantes.		
Uso de mascarilla/respirador	Mascarilla	Marca/Modelo	KN 95
Descripción del ambiente de trabajo			
Fuente generadora de partículas	Partículas en el ambiente de las áreas adyacentes.		
Equipo o máquina que opera	Herramientas manuales de limpieza.		
Descripción de ventilación de área	Ventilación natural.		
Tareas que realiza el operador			
- Limpieza general de recinto.			

Registro Fotográfico



Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Tabla 2

Cuadro de estación de monitoreo para Humos metálicos

Datos del trabajador evaluado			
Estación de Monitoreo	HM-02		
Área de Trabajo	Soldadura		
Nombres y Apellidos	Victor Hugo Vasquez Poicon		
Horario de trabajo	Lunes a viernes de 07:00 -16:00 horas y sábados de 08:00 – 12:00 horas		
Epp's que utiliza	Caretta, cortaviento, respirador media cara con filtros 3M 60032, lentes, guantes y zapatos de seguridad.		
Uso de mascarilla/respirador	Respirador	Marca/Modelo	Filtros 3M 2097/ Respirador media cara 3M
Descripción del ambiente de trabajo			
Fuente generadora de humos	Uso de amoladora, máquina de soldado.		
Equipo o máquina que opera	Amoladora, máquina de soldadura.		

Descripción de ventilación de área	Ventilación natural.
Tareas que realiza el operador	
Reparado de partes metálicas.	
Registro Fotográfico	
	

Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Tabla 3

Cuadro de estación de monitoreo para Compuestos Orgánicos Volátiles

Datos del trabajador evaluado

Estación de Monitoreo	VOC-01
Área de Trabajo	Pintura
Nombres y Apellidos	Luis Henry Rojas Lozada
Horario de trabajo	Lunes a viernes de 07:00 -16:00 horas y sábados de 08:00 – 12:00 horas.
Epp's que utiliza	Casco, lentes de seguridad, orejeras, respirador media cara con filtro 6003, zapatos de seguridad.

Descripción del ambiente de trabajo

Característica del ambiente	Espacio abierto y al ambiente.
Fuente generadora de gases	Pintado con soplete e impresora.
Descripción de ventilación del área	Ventilación natural.

Tareas que realiza el operador

Pintado de contenedores.

Registro Fotográfico



Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Durante el proceso de muestreo, se registraron las condiciones ambientales de cada área, incluyendo tipo de ventilación, características del espacio de trabajo, fuentes generadoras de contaminantes y uso de Equipos de Protección Personal. Asimismo, se verificó que las actividades se desarrollaran en condiciones habituales, evitando alteraciones que pudieran afectar los resultados.

Las muestras recolectadas fueron debidamente rotuladas, preservadas y enviadas a un laboratorio acreditado para su análisis químico, garantizando la trazabilidad del proceso y el cumplimiento de los estándares de calidad analítica. Paralelamente, se elaboraron registros técnicos y fichas de monitoreo, los cuales forman parte de la documentación obligatoria del SGSST.

3.2.3 Etapa 3: Verificar

La etapa de verificación comprendió el análisis, interpretación y evaluación de los resultados obtenidos en el monitoreo ocupacional. Las concentraciones determinadas para cada agente químico fueron comparadas con los Valores Límite Permisibles establecidos en la RM N.º 733-2024/MINSA, considerando el tipo de exposición (TWA o STEL), la duración de la jornada laboral y, cuando correspondía, la aplicación de factores de corrección. Este análisis permitió clasificar los niveles de riesgo en bajo, moderado o alto, identificando los ambientes de trabajo que requerían la implementación inmediata de medidas correctivas. En particular, se evidenció que algunas actividades de pintado presentaban concentraciones elevadas de compuestos orgánicos volátiles, lo que representaba un riesgo significativo para la salud de los trabajadores.

La interpretación y evaluación de los resultados obtenidos en el monitoreo ocupacional constituye una fase fundamental dentro del ciclo PHVA, específicamente en la etapa verificar, ya que permite analizar objetivamente los datos cuantitativos obtenidos, compararlos con los Valores Límite Permisibles (VLP) establecidos en la R.M. N.º 733-2024/MINSA y determinar el nivel real de riesgo al que se encuentran expuestos los trabajadores de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

El análisis desarrollado se basa en la evaluación de tres grupos principales de agentes químicos: partículas respirables (PM), humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles (COV), considerando la metodología NIOSH aplicada, el tiempo de exposición y el uso de equipos de protección personal.

Tabla 3

Monitoreo de Concentración de Partículas Respirables

Estación	Puesto de Trabajo	Concentración (mg/m³)	VLP R.M. N°733-2024 / MINSAs (mg/m³)	Nivel de Riesgo
PR-01	Operario de Recolección de Productos peligrosos	0.0320	3.0	BAJO
PR-02	Ayudante de área	0.0294	3.0	BAJO

Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Los resultados obtenidos en las estaciones PR-01 y PR-02 evidenciaron concentraciones de 0.0320 mg/m³ y 0.0294 mg/m³ respectivamente, valores significativamente inferiores al Valor Límite Permisible de 3.0 mg/m³ establecido en la R.M. N.º 733-2024/MINSA.

Desde el punto de vista técnico, estos valores representan menos del 2 % del límite permisible, lo que indica una exposición muy por debajo del umbral considerado riesgoso para la salud del trabajador durante una jornada laboral estándar (TWA de 8 horas).

La baja concentración puede atribuirse a:

- Actividades con limitada generación directa de material particulado fino.
- Ventilación natural suficiente en el área evaluada.

- Dispersión ambiental favorable.
- Uso básico de protección respiratoria en determinadas tareas.

En términos de evaluación del riesgo, el nivel fue clasificado como bajo, lo cual implica que las condiciones actuales cumplen con la normativa vigente y no representan un riesgo significativo inmediato para la salud respiratoria del personal evaluado.

No obstante, desde una perspectiva preventiva, es importante señalar que el cumplimiento actual no elimina la necesidad de monitoreo periódico. La naturaleza operativa de la empresa vinculada a mantenimiento mecánico y manipulación de residuos podría generar variaciones futuras en la concentración de partículas si aumentan las actividades, cambia el flujo de trabajo o se modifican procesos internos.

Por tanto, se concluye que el área evaluada cumple normativamente, pero debe mantenerse dentro de un programa anual de vigilancia ocupacional para asegurar el control continuo.

Tabla 4

Monitoreo de Concentración de Humos Metálicos con ajuste de Respirador

Puesto de trabajo	Parámetro	Concentrac. (mg/m ³)	Respirador media cara 90% de ajuste	Concentración Final (mg/m ³)	Valor Limite Permisible (mg/m ³)	Nivel de Riesgo
Soldador (HM-01)	Aluminio	0.1555	0.13995	0.014	5	Bajo
	Antimonio	0.0262	0.02358	0.00236	0.5	Bajo
	Arsénico	0.0004	0.00036	0.00004	0.01	Alto
	Bario	0.0026	0.00234	0.00023	0.5	Alto
	Berilio	0.00006	0.000054	0.000005	0.002	Bajo
	Boro	0.0141	0.01269	0.00127	10	Bajo
	Cadmio	0.0060	0.0054	0.0005	0.002	Bajo

	Calcio	0.0141	0.01269	0.00127	2	Bajo
	Cobalto	0.0060	0.0054	0.0005	0.02	Bajo
	Cobre	0.0262	0.02358	0.00236	0.2	Bajo
	Cromo	0.0141	0.01269	0.00127	0.5	Bajo
	Estaño	0.0202	0.01818	0.00182	2	Bajo
	Hierro	0.0868	0.07812	0.00781	5	Bajo
	Fosforo	0.0020	0.0018	0.0002	0.1	Bajo
	Manganeso	0.0020	0.0018	0.0002	10	Bajo
	Magnesio	0.0606	0.05454	0.00545	0.2	Bajo
	Molibdeno	0.0141	0.01269	0.00127	0.5	Bajo
	Níquel	0.0141	0.01269	0.00127	1.5	Bajo
	Plomo	0.0262	0.02358	0.00236	0.05	Bajo
	Selenio	0.0262	0.02358	0.00236	0.2	Bajo
	Titanio	0.0060	0.0054	0.0005	10	Bajo
	Talio	0.0545	0.04905	0.00491	0.02	Bajo
	Vanadio	0.0060	0.0054	0.0005	0.05	Bajo
	Aluminio	0.1604	0.14436	0.01444	5	Bajo
	Antimonio	0.0270	0.0243	0.0024	0.5	Bajo
	Arsénico	0.0004	0.0036	0.0004	0.01	Alto
	Bario	0.0027	0.00243	0.00024	0.5	Alto
Soldador (HM-02)	Berilio	0.00006	0.000054	0.000005	0.002	Bajo
	Boro	0.0145	0.01305	0.00131	10	Bajo
	Cadmio	0.00625	0.005625	0.000563	0.002	Bajo
	Calcio	0.0145	0.01305	0.00131	2	Bajo
	Cobalto	0.0062	0.00558	0.00056	0.02	Bajo
	Cobre	0.0270	0.0243	0.0024	0.2	Bajo

Cromo	0.0145	0.01305	0.00131	0.5	Bajo
Estaño	0.0208	0.01872	0.00187	2	Bajo
Hierro	0.1020	0.0918	0.0092	5	Bajo
Fosforo	0.0020	0.0018	0.0002	0.1	Bajo
Manganeso	0.0045	0.00405	0.00041	10	Bajo
Magnesio	0.0625	0.05625	0.00563	0.2	Bajo
Molibdeno	0.1458	0.13122	0.01312	0.5	Bajo
Níquel	0.0145	0.01305	0.00131	1.5	Bajo
Plomo	0.0270	0.0243	0.0024	0.05	Bajo
Selenio	0.0270	0.0243	0.0024	0.2	Bajo
Titanio	0.0062	0.00558	0.00056	10	Bajo
Talio	0.0562	0.05058	0.00506	0.02	Bajo
Vanadio	0.0062	0.00558	0.00056	0.05	Bajo

Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

En el área de soldadura (HM-01 y HM-02) se evaluaron múltiples metales producto de procesos térmicos, incluyendo aluminio, hierro, manganeso, cromo, arsénico, bario, cadmio y otros.

Tras aplicar el ajuste correspondiente al 90 % de eficiencia del respirador media cara utilizado por los trabajadores, la mayoría de concentraciones finales se ubicaron por debajo de los VLP establecidos por la normativa vigente.

- **Análisis técnico general**

La mayoría de metales analizados (hierro, aluminio, cobre, níquel, manganeso, titanio, entre otros) presentaron niveles clasificados como bajo riesgo, lo que indica que el uso del respirador contribuye significativamente a la reducción de la exposición inhalatoria.

Sin embargo, se identificaron valores clasificados como alto riesgo en metales específicos como: Arsénico y Bario.

Desde el punto de vista toxicológico, el arsénico es reconocido como agente carcinógeno ocupacional, mientras que el bario puede generar efectos respiratorios y sistémicos si la exposición es prolongada o acumulativa.

Si bien los niveles no superan ampliamente los límites permisibles, su clasificación como riesgo alto indica que se encuentran próximos o presentan características de mayor peligrosidad biológica, lo cual exige medidas complementarias.

Tabla 5

Monitoreo de Compuestos Orgánicos Volátiles.

Estación	Puesto de Trabajo	Agente Químico	Lectura (ppm)	Factor de corrección (10.6)	Resultado STEL (ppm)	Respirador media cara 90% de ajuste	Valores Límites Permisibles (ppm)	Nivel de Riesgo
VOC-01	Pintor	2-Butoxietanol	739	1.2	886.8	88.68	20	ALTO
		Tolueno		0.50	369.5	36.95	20	ALTO
		Acetato de metilo		6.6	4877.4	487.74	200	ALTO
		Xileno, m-		0.44	325.16	32.516	20	ALTO
		Trementina		0.30	221.7	22.17	20	ALTO
VOC-02	Soldador	2-Butoxietanol	11	1.2	13.2	1.32	20	BAJO
		Tolueno		0.50	5.5	0.55	20	BAJO
		Acetato de metilo		6.6	72.6	7.26	200	BAJO
		Xileno, m-		0.44	4.84	0.484	20	BAJO
		Trementina		0.30	3.3	0.33	20	BAJO

Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

La interpretación de resultados de compuestos orgánicos volátiles, corresponde al área de pintura (VOC-01), donde se evaluaron solventes como:

- Butoxietanol
- Tolueno
- Acetato de metilo
- Xileno
- Trementina

Los resultados STEL obtenidos superaron ampliamente los Valores Límite Permisibles establecidos por la R.M. N.º 733-2024/MINSA.

En todos los compuestos evaluados en el puesto de pintor, el nivel fue clasificado como alto, evidenciando incumplimiento normativo.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles son sustancias de alta volatilidad que generan vapores rápidamente inhalables. La superación del STEL implica riesgo de exposición aguda durante la jornada laboral, pudiendo generar:

- Irritación ocular y respiratoria.
- Cefaleas y mareos.
- Efectos neurotóxicos.
- Daño hepático.

- Riesgo potencial cancerígeno en exposiciones crónicas.

Se determinó que la ventilación natural del área es insuficiente para disipar adecuadamente los vapores generados por el pintado con soplete.

Aunque el trabajador utiliza respirador media cara, la concentración ambiental elevada reduce el margen de protección, ya que el EPP no sustituye controles de ingeniería.

- **Evaluación normativa**

El área de pintura no cumple con la R.M. N.º 733-2024/MINSA, constituyendo la principal brecha identificada en el estudio.

Desde una perspectiva legal y preventiva, esta situación requiere intervención prioritaria e inmediata, dado que representa:

- Riesgo sanitario directo.
- Posible sanción administrativa.
- Impacto negativo en el SGSST.
- Vulnerabilidad ante fiscalización de SUNAFIL o MINSA.

La interpretación de los resultados permite concluir que:

- Las partículas respirables no representan riesgo significativo actual.
- Los humos metálicos se encuentran mayormente controlados, aunque requieren mejoras técnicas.

- Los compuestos orgánicos volátiles constituyen el principal riesgo químico de la empresa.

El estudio cumplió su finalidad diagnóstica, permitiendo identificar áreas críticas, establecer prioridades de intervención y fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asimismo, la información obtenida constituye línea base técnica para futuras evaluaciones comparativas y para la planificación de monitoreos periódicos, en cumplimiento de la R.M. N.º 733-2024/MINSA.

En consecuencia, la empresa debe priorizar acciones correctivas en el área de pintura, consolidar mejoras en soldadura y mantener vigilancia anual en partículas respirables, garantizando así la protección integral de la salud de sus trabajadores y el cumplimiento sostenido de la normativa vigente.

3.2.4 Etapa 4: Actuar

La etapa de actuación se enfocó en la implementación de acciones correctivas y preventivas, con base en los resultados del análisis. Entre las principales medidas adoptadas se incluyeron la mejora de las condiciones de ventilación en áreas críticas, el fortalecimiento de la dotación y uso obligatorio de Equipos de Protección Personal especializados, y la capacitación del personal en riesgos químicos y prácticas seguras de trabajo.

Figura 2

Capacitación y entrega de EPPs al personal operativo.



Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Figura 3

Equipos de respiración

Equipos de Respiración		
Respirador con suministro de aire	Mascarilla Facial Completa con filtro	
		
Equipo para ventilación del área de trabajo		
		

Nota. Extraído del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Adicionalmente, se propuso la incorporación de un programa periódico de monitoreo de agentes químicos, con el objetivo de evaluar de manera continua las condiciones de exposición y verificar la eficacia de las medidas implementadas. Esta acción contribuye a la

mejora continua del SGSST y asegura el cumplimiento sostenido de la normativa vigente. En conjunto, el desarrollo de la solución permitió a la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C. cumplir con las exigencias legales establecidas por el Ministerio de Salud, reducir el riesgo químico ocupacional y fortalecer su cultura preventiva, consolidando su compromiso con la protección de la salud y seguridad de sus trabajadores.

3.3 Factibilidad técnica-operativa

La factibilidad técnica-operativa de la propuesta se sustenta en la disponibilidad de capacidades humanas, infraestructura, equipamiento, alianzas estratégicas y recursos financieros necesarios para implementar de manera adecuada el proceso de determinación de concentración de agentes químicos en los ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C. Esta evaluación se fundamenta en las estrategias definidas a partir de la matriz FODA, orientadas a optimizar los procesos de gestión de la seguridad y salud ocupacional.

- **Talento humano y conocimiento**

La empresa cuenta con un equipo técnico conformado por profesionales en Seguridad y Salud en el Trabajo, así como especialistas en monitoreo ocupacional que han sido capacitados en normativas nacionales como el Decreto Supremo N.º 015-2005-SA, la Ley 29783 y su reglamento, y la reciente RM N°733-2024/MINSA. Esta fortaleza permite asegurar que el personal responsable de ejecutar y supervisar el programa de monitoreo posee las competencias necesarias para interpretar resultados, identificar desviaciones y proponer medidas de control adecuadas.

Adicionalmente, la empresa consultora externa Ingeniería en Higiene Seguridad y Gestión Integral S.A.C. brinda soporte técnico especializado en la toma de muestras y análisis de agentes químicos, lo cual incrementa la confiabilidad del proceso. La combinación del talento interno y el apoyo técnico externo garantiza la operatividad del proyecto y la continuidad de las actividades de mejora, así como garantizar el cumplimiento de la RM N°733-2024/MINSA.

- **Infraestructura y recursos operativos**

La empresa dispone de instalaciones adecuadas para la ejecución del monitoreo, incluyendo talleres mecánicos, áreas de soldadura y zonas de mantenimiento donde se identificó la presencia de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles. Cada área cuenta con condiciones operativas estables que permiten la instalación de equipos de muestreo, bombas de succión personales, filtros PVC, detectores de compuestos volátiles y otros instrumentos requeridos para la evaluación técnica.

Asimismo, la empresa ha implementado procedimientos internos de orden, limpieza y control operacional, lo que facilita el desarrollo eficiente de las actividades de muestreo. La disponibilidad de Equipos de Protección Personal (EPP) especializados para las tareas de monitoreo constituye un recurso adicional que asegura la integridad del personal involucrado.

- **Alianzas estratégicas**

Una fortaleza importante identificada en la matriz FODA es la alianza estratégica con la empresa consultora especializada en higiene industrial, la cual proporciona soporte analítico, equipos calibrados y metodologías basadas en normas internacionales como NIOSH y OSHA. Esta alianza garantiza la validez técnica de los estudios, la calidad de los resultados y la trazabilidad de los procedimientos aplicados.

Asimismo, la relación institucional con organismos fiscalizadores, como el Ministerio de Salud y el Ministerio de Trabajo, permite asegurar que la implementación de la propuesta se ajusta a las exigencias legales vigentes, facilitando la certificación de cumplimiento normativo.

- **Financiamiento**

La factibilidad financiera se basa en la asignación de recursos económicos por parte de la alta dirección para la contratación de servicios especializados, adquisición de insumos y ejecución periódica de monitoreos. La inversión requerida se considera accesible dentro del

presupuesto anual del área de Seguridad y Salud en el Trabajo, y se justifica plenamente debido a los beneficios derivados: reducción de riesgos, disminución de costos por incidentes, mejora de la productividad y prevención de sanciones legales.

Además, el costo del proyecto es proporcional al alcance de los resultados esperados, los cuales incluyen: identificación de ambientes críticos, determinación de concentraciones reales de contaminantes, implementación de medidas de control y fortalecimiento del sistema de seguridad y salud en el trabajo de la empresa.

En síntesis, la propuesta presenta una alta factibilidad técnica y operativa, sustentada en el conocimiento especializado del personal, la existencia de infraestructura adecuada, la disponibilidad de alianzas estratégicas confiables y el respaldo financiero institucional. Estos elementos permiten garantizar la implementación efectiva del estudio de agentes químicos, asegurar el cumplimiento normativo y contribuir a la protección integral de la salud de los trabajadores de Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.

IV. ANÁLISIS CRÍTICO

4.1 Cuadro de inversión

La implementación del estudio de determinación de concentración de agentes químicos implicó una inversión orientada a garantizar el cumplimiento normativo establecido por la RM N.º 733-2024/MINSA, así como a fortalecer la gestión preventiva de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C. La inversión realizada se clasificó en cuatro rubros principales: servicios especializados, equipamiento, capacitación y gestión operativa. La Tabla 4 resume los costos asociados.

Tabla 4

Cuadro de inversión

RUBRO	DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
Servicio de monitoreo ocupacional	Contratación de empresa especializada (Ingeniería en Higiene Seguridad y Gestión Integral S.A.C.) para la determinación de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles.	7,500
Equipos y materiales de apoyo	Adquisición de filtros PVC, calibración de bombas de muestreo, reposición de accesorios de muestreo.	1,00
Capacitación al personal	Talleres de sensibilización sobre riesgos agentes químicos, uso de EPP, y lectura de resultados de monitoreo.	500
Gestión y documentación interna	Actualización de procedimientos, formatos de registros obligatorios, informes técnicos y comunicación interna.	300
Total invertido		9,300

Nota. Elaboración propia a partir del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

La inversión realizada es consistente con las exigencias regulatorias y los estándares

internacionales de higiene ocupacional. El 69 % del gasto se destinó al servicio de monitoreo, lo cual refleja que la mayor parte de la intervención recae en la aplicación de metodologías especializadas (NIOSH y OSHA). Este gasto es justificable dado que los resultados obtenidos permiten establecer una línea base para la gestión de riesgos químicos.

La inversión en capacitación (9 % del total) contribuye directamente al cambio de conducta preventiva del personal, uno de los factores identificados como limitación en el diagnóstico. Finalmente, la inversión en documentación y procedimientos fortaleció el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), requisito legal para el sector.

En conjunto, la inversión resultó razonable y estratégica, dado que todas las actividades desarrolladas eran indispensables para la identificación, evaluación y control del riesgo químico, asegurando el cumplimiento normativo y reduciendo la probabilidad de sanciones administrativas y accidentes laborales.

4.2 Análisis de costos – beneficio

La aplicación del estudio y las medidas derivadas de los resultados permitió obtener beneficios económicos, operativos, legales y ambientales. Para evidenciar esto, se realizó un contraste entre la situación inicial (antes del estudio) y la situación posterior (después de aplicar la solución).

Tabla 5

Análisis de costo y beneficio

Variable evaluada	Antes de la intervención	Después de la intervención
Cumplimiento del normativo MINSA – RM 733-2024	Inexistencia de estudios y registros obligatorios; riesgo de sanciones y suspensión temporal de actividades.	Cumplimiento del monitoreo; disponibilidad de informes, registros y evidencias auditables.

Variable evaluada	Antes de la intervención	Después de la intervención
Riesgo a la salud del trabajador	Exposición no controlada a agentes químicos (partículas respirables, humos metálicos, compuestos orgánicos volátiles). Riesgo moderado–alto.	Identificación de concentraciones y aplicación de medidas de control. Riesgo reducido.
Costos operativos derivados de incidentes	Potencial aumento de ausentismo, atención médica y reemplazos operativos.	Disminución de incidentes relacionados a exposición química y fortalecimiento del autocuidado.
Imagen institucional	Percepción limitada respecto a la gestión preventiva.	Mejora de reputación interna y externa; empresa alineada a estándares de SSOMA.
Productividad	Retrasos por malas prácticas, falta de EPP adecuado y desconocimiento.	Mejora en continuidad operativa y mayor eficiencia en actividades del taller.

Nota. Elaboración propia a partir del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

La relación costo–beneficio obtenido es altamente favorable para la empresa. Con una inversión total de S/ 9,300, se lograron beneficios que superan ampliamente el gasto inicial, especialmente en tres áreas críticas:

- **Económico-operativo:** La reducción del riesgo de incidentes ocupacionales y de paralización impide pérdidas potenciales superiores a S/ 50,000 anuales, tomando como referencia el costo promedio de detenciones operativas y reemplazos de personal.
- **Legal-regulatorio:** Se evitó el riesgo de sanciones por incumplimiento del D.S. 015-2005-SA y RM 733-2024-MINSA, cuyo impacto puede incluir multas y suspensión de actividades.
- **Salud y seguridad del personal:** La identificación de agentes químicos y la implementación de controles disminuyen la probabilidad de enfermedades ocupacionales, lo cual genera beneficios indirectos en productividad y clima laboral.

En síntesis, la implementación del estudio representa una inversión rentable, que genera valor tangible e intangible para la organización. A través de este proceso, la empresa no solo cumplió

con la normativa vigente, sino que elevó su estándar de gestión preventiva, fortaleció su competitividad y garantizó condiciones de trabajo seguro para su personal.

V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS A LA ORGANIZACIÓN

El desarrollo del presente estudio de determinación de concentración de agentes químicos en ambientes de trabajo, generó aportes directos y estratégicos para la empresa T. E. Prisma S.A.C., fortaleciendo su gestión preventiva, su cumplimiento legal y su posicionamiento institucional. Los beneficios alcanzados se sintetizan en los siguientes aportes:

- **Fortalecimiento del cumplimiento jurídico-legal**

Se logró cumplir plenamente con las exigencias de la R.M. N.º 733-2024/MINSA, el D.S. 015-2005-SA y la Ley 29783, incorporando registros, informes y evidencias auditables para demostrar la gestión de agentes químicos ante SUNAFIL y MINSA. Esto reduce significativamente el riesgo de sanciones administrativas, paralización de operaciones o incumplimientos normativos.

- **Mejora de la seguridad y salud de los trabajadores**

La identificación de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles permitió implementar controles adecuados (EPP especializado, mejoras de ventilación y capacitaciones específicas), disminuyendo la exposición y reduciendo la probabilidad de enfermedades ocupacionales, ausentismo y rotación de personal.

- **Optimización operativa y aumento de la productividad**

La aplicación de medidas preventivas derivadas del estudio generó un entorno de trabajo más seguro, lo que se tradujo en mayor continuidad operativa en talleres de mantenimiento, menor ocurrencia de incidentes relacionados a exposición química y mayor eficiencia en las actividades de soldadura, pintado y mantenimiento mecánico.

- **Reducción de costos asociados a riesgos laborales**

La intervención permitió evitar gastos potenciales por atención médica, reemplazo de personal, detenciones operativas y sanciones legales. La empresa fortaleció su capacidad para anticiparse a emergencias químicas y para gestionar de forma más eficiente sus recursos.

- **Fortalecimiento de la imagen institucional interna y externa**

La empresa mejoró su reputación como organización que prioriza la salud de sus trabajadores y el cumplimiento normativo. Este fortalecimiento impacta positivamente tanto en el clima laboral como en la percepción de clientes, municipalidades, entidades fiscalizadoras y socios comerciales.

- **Posicionamiento competitivo en el mercado de servicios ambientales**

Al cumplir estándares actualizados de seguridad y salud ocupacional, la empresa se consolida como proveedor confiable en los sectores donde opera. Este aporte incrementa su capacidad de acceder a contratos con exigencias altas en SSOMA y mejora su competitividad en licitaciones públicas y privadas.

- **Actualización y fortalecimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST)**

El estudio permitió actualizar los registros obligatorios, implementar procedimientos específicos para el manejo de agentes químicos y mejorar la trazabilidad documental, lo que contribuye al fortalecimiento general del SGSST y su capacidad de mejora continua.

La periodicidad de los monitoreos de agentes químicos en los ambientes de trabajo debe establecerse en función del nivel de riesgo, los resultados obtenidos y los cambios en las condiciones operativas, de acuerdo con los lineamientos de la **RM N.º 733-2024/MINSA**, la **Ley N.º 29783** y el **D.S. N.º 005-2012-TR**.

Tabla 6

Periodicidad de monitoreo ocupacional según resultados del estudio.

Agente químico	Puesto / Área evaluada	Resultado del monitoreo	Comparación con VLP (RM 733-2024)	Nivel de riesgo	Periodicidad definida	Sustento técnico-normativo
Partículas respirables (PM)	Operario de recolección / Ayudante de área	0.0320 mg/m ³ – 0.0294 mg/m ³	Muy por debajo del VLP (3 mg/m ³)	Bajo	Anual	Resultados < VLP y exposición controlada. RM 733-2024/MINSA; D.S. 015-2005-SA
Humos metálicos	Soldador (HM-01 y HM-02)	Metales mayoritarios < VLP; presencia puntual de arsénico y bario	Cumple VLP con EPP, algunos metales críticos	Moderado	Semestral	Exposición continua en soldadura y presencia de metales tóxicos. Ley 29783; D.S. 005-2012-TR
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Pintor (VOC-01)	2-Butoxietanol, tolueno, acetato de metilo y xileno > VLP	Supera VLP (STEL)	Alto	Trimestral	Superación de VLP y riesgo agudo. RM 733-2024/MINSA
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Soldador (VOC-02)	Todos los compuestos < VLP	Cumple VLP	Bajo	Anual	Exposición controlada y uso adecuado de EPP. RM 733-2024/MINSA
Todos los agentes químicos	Taller mecánico, soldadura y pintura	Cambios de procesos, insumos o ventilación	—	—	Monitoreo extraordinario	Modificación de condiciones de exposición. Ley 29783

Nota. Elaboración propia a partir del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

VI. CONCLUSIONES

- Se logró determinar las concentraciones de partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles en los principales ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C., cumpliendo con el objetivo general del estudio y proporcionando información técnica confiable para la toma de decisiones.
- La concentración de Partículas Respirables obtenido en la evaluación del puesto de Operario de Recolección de Productos peligrosos (PR-01), obtuvo un valor de 0.0320 mg/m³, siendo el resultado inferior al Valor Límite Permisible, por lo tanto, Cumple según la Resolución ministerial N°733-2024 / MINSA aprobado por el decreto Supremo N° 015-2005-SA. Aprueban Reglamento Sobre Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se evidenció que el puesto evaluado de Soldador (HM-01) para Humos Metálicos, registró niveles de concentraciones por debajo de los Valores Límites Permisibles, por tanto, todos los agentes presentan un nivel de riesgo Bajo, es decir, CUMPLE con lo establecido según R.M. N°733-2024 / MINSA aprobado por el D.S. N° 015-2005-S.A. “Límites de exposición ocupacional para agentes químicos”, cabe indicar que el trabajador evidencia uso de su respirador media cara con filtro 2097 especial para estos tipos de trabajo.
- El resultado de Compuestos Orgánicos Volátiles evaluado en el puesto de trabajo de Pintor (COV-01), se determinó que las concentraciones son superiores a los Valores Límites Permisibles, por lo tanto, No Cumple con la Normativa Vigente según el R.M. N°733-2024 / MINSA aprobado por el D.S. N° 015-2005-S.A. Aprueban Reglamento sobre Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo.
- Con base en los resultados del monitoreo, se elaboraron e implementaron medidas de control preventivas y correctivas, tales como mejoras en ventilación, fortalecimiento del uso de EPP especializado y ejecución de programas de capacitación, contribuyendo a la reducción del riesgo químico.

- La ejecución del estudio permitió fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), actualizando los registros obligatorios, procedimientos internos y evidencias documentadas que respaldan el cumplimiento legal frente a fiscalizaciones de SUNAFIL y MINSA.
- La intervención generó beneficios operativos, económicos y de imagen institucional, demostrando que la inversión realizada no solo asegura el cumplimiento normativo, sino que aporta a la continuidad operativa, mejora de la productividad y consolidación del compromiso empresarial con la salud ocupacional.

VII. RECOMENDACIONES

- A la Gerencia General: Implementar de manera permanente un Programa de Monitoreo de Agentes Químicos, con una frecuencia mínima semestral, asegurando el cumplimiento de la R.M. N.° 733-2024/MINSA y del D.S. 015-2005-SA, así como la disponibilidad de recursos económicos y logísticos necesarios para su ejecución.
- A la Gerencia de Operaciones: Optimizar las condiciones de infraestructura en las áreas de soldadura, pintura y mantenimiento mecánico, priorizando la mejora de la ventilación, extracción localizada y control de emisiones, a fin de reducir la exposición de los trabajadores a partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles.
- Al Área de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST): Implementar un plan de capacitación continúa orientado a la prevención de riesgos químicos, uso adecuado de EPP, interpretación de resultados de monitoreo y procedimientos de trabajo seguro, reforzando la cultura preventiva en los trabajadores operativos.
- A Recursos Humanos: Garantizar la dotación permanente de Equipos de Protección Personal especializados para tareas críticas (respiradores con filtros adecuados, lentes, guantes y ropa de protección), así como realizar la supervisión del uso obligatorio y la reposición oportuna según vida útil.
- A los Jefes de Área del Taller: Supervisar de forma constante el cumplimiento de las medidas de control establecidas, promoviendo buenas prácticas operativas, reforzando el orden y limpieza, y asegurando la correcta manipulación de sustancias químicas en las actividades diarias.
- A la Consultora Externa y Laboratorios Acreditados: Mantener la trazabilidad de los procedimientos analíticos y asegurar que los métodos aplicados cumplan con estándares reconocidos (NIOSH, OSHA), garantizando resultados confiables para la toma de decisiones gerenciales.
- A las Entidades Autoritarias (SUNAFIL y MINSA): Fomentar programas de capacitación

y acompañamiento técnico dirigidos a empresas del sector ambiental, para fortalecer el cumplimiento de la normativa sobre agentes químicos y promover la mejora continua en seguridad y salud ocupacional

REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). *Exposición a agentes químicos en el trabajo*. INSST.
- Ministerio de Salud. (2024). *RM N.º 733-2024/MINSA: Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos*. MINSA.
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Seguridad y salud en el trabajo: estadísticas globales*. OIT.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Enfermedades relacionadas con la exposición ocupacional*. OMS.
- SUNAFIL. (2023). *Lineamientos de fiscalización en seguridad y salud en el trabajo*. Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral.
- Perú. Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2011).
- Perú. Decreto Supremo N.º 015-2005-SA. (2005). *Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo*.
- Perú. Decreto Supremo N.º 005-2012-TR. (2012). *Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- ACGIH. (2024). *TLVs and BEIs: Threshold Limit Values for Chemical Substances*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Gómez, F., & Torres, J. (2023). *Cumplimiento normativo de agentes químicos en industrias peruanas*. *Revista de Seguridad y Salud Ocupacional*, 15(2), 45–59.
- Martínez, R., López, M., & Herrera, D. (2024). *Evaluación de compuestos orgánicos volátiles en talleres de mantenimiento industrial*. *Revista Latinoamericana de Higiene Ocupacional*, 15(1), 22–36.
- NIOSH. (2023). *Manual of Analytical Methods (NMAM)*. National Institute for Occupational Safety and Health.
- NIOSH. (2024). *Respirable and metal fumes sampling guidelines*. U.S. Department of Health & Human Services.

- OIT. (2023). *Gestión del riesgo químico en el lugar de trabajo*. Organización Internacional del Trabajo.
- OMS. (2023). *Compuestos orgánicos volátiles y salud ocupacional*. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2024). *Global Health Report on Occupational Diseases*. Organización Mundial de la Salud.
- Silva, J., & Pineda, F. (2023). *Evaluación de humos metálicos en procesos de soldadura en la industria metalmecánica*. *Revista Internacional de Salud Ocupacional*, 40(3), 145–158.
- Torres, A., & Aguilar, J. (2023). *Gestión de agentes químicos en empresas automotrices en Lima Metropolitana*. *Revista Peruana de Prevención en Seguridad y Salud*, 12(2), 33–49.

Anexo 2.

Matriz FODA de la solución

	Fortalezas – F	Debilidades – D	
FACTORES INTERNOS	1. Apoyo de la alta dirección para la ejecución del estudio y asignación de recursos para contratar consultorías especializadas en monitoreo ocupacional.	1. Falta de mediciones periódicas, lo que limita a comparaciones temporales.	
	2. Disponibilidad de infraestructura operativa (taller mecánico, área de soldadura y de pintura) que permite realizar monitoreos representativos.	2. Carencia de EPP especializados para exposición a humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles.	
	3. Existencia de normativas internas de seguridad que facilitan la implementación de medidas de control.	4. Escasa cultura preventiva y bajo conocimiento de riesgos químicos entre los trabajadores operarios.	
	Oportunidades – O	Estrategias – FO	Estrategias – DO
FACTORES EXTERNOS	1. Disposición de la RM N°733-2024/MINSA, que define claramente	1. Determinar la concentración de agentes químicos mediante el apoyo directivo y las	1. Crear registros específicos y estandarizados de agentes químicos

los valores límite permisibles y estandariza la evaluación.	nuevas exigencias de la RM 733-2024/MINSA.	(DS 005-2012-TR) apoyándose en asesoría técnica externa.
2. Disponibilidad de tecnologías modernas de monitoreo (bombas personales, filtros, detectores de COV).	2. Desarrollar capacitaciones formales en riesgos de agentes químicos, utilizando alianzas con consultoras acreditadas.	2. Adquirir EPP especializado mediante compras estratégicas, que cumplan la calidad requerida.
3. Reconocimiento social y corporativo al implementar medidas preventivas alineadas a estándares internacionales.	3. Fortalecer la imagen ambiental y de seguridad de la empresa, usando los resultados de cumplimiento normativo como herramienta de diferenciación comercial.	3. Implementar programas de sensibilización permanente para mejorar la cultura preventiva de los trabajadores.
Amenazas – A	Estrategias - FA	Estrategias – DA
1. Riesgo de sanciones legales y administrativas por incumplimiento de la RM 733-2024/MINSA y la Ley 29783	1. Aplicar las políticas internas y el respaldo directivo, para evitar sanciones legales.	1. Establecer un plan de mediciones semestrales para evitar no conformidades frente a fiscalizaciones.
2. Incremento de enfermedades ocupacionales respiratorias debido a la exposición prolongada a agentes	2. Aplicar acciones correctivas inmediatas usando el conocimiento técnico del área de seguridad, para así disminuir el riesgo de	2. Implementar un programa obligatorio de capacitación y sensibilización, para evitar incidentes derivados del

químicos.	enfermedades ocupacionales.	desconocimiento
3. Incremento de fiscalizaciones de SUNAFIL y MINSA, elevando la presión de cumplimiento.	3. Implementar protocolos estrictos de control operativo con apoyo de la infraestructura, para mitigar riesgos por agentes químicos	4. Dotar adecuadamente de EPP especializado, para reducir la exposición a agentes químicos peligrosos

Nota. Elaboración propia a partir del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Anexo 3.

Carta Gantt de desarrollo de solución

N°	Actividad	Responsable	Duración	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	Identificación de ambientes de trabajo con agentes químicos	Jefe de Planta / Consultora	1 semana	■					
2	Elaboración del plan de muestreo de agentes químicos	Consultora / Área de SST	1 semana		■				
3	Ejecución del monitoreo: Partículas respirables, humos metálicos y compuestos orgánicos volátiles	Consultora / Área de SST	2 semanas			■	■		
4	Análisis de laboratorio de las	Laboratorio	1 semana				■		

	muestras	acreditado			
5	Evaluación de resultados comparados con RM 733-2024/MINSA	Área de SST / Consultora	1 semana		
6	Elaboración del informe técnico de monitoreo	Consultora / Área de SST	1 semana		
7	Elaboración de acciones correctivas y preventivas.	Área de SST	1 semana		
8	Implementación de mejoras (EPP, ventilación, capacitación)	Área de SST / RR.HH.	2 semanas		
9	Validación final del cumplimiento normativo	Gerencia / SST	1 semana		

Nota. Elaboración propia a partir del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.

Anexo 4

Plan de monitoreo de agentes químicos.

PLAN DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS

1. Objetivo del plan de monitoreo

Establecer un programa sistemático de monitoreo de agentes químicos en los ambientes de trabajo de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C., con la finalidad de evaluar la exposición ocupacional de los trabajadores, verificar el cumplimiento de los Valores Límite Permisibles establecidos en la Resolución Ministerial N.º 733-2024/MINSA y definir medidas preventivas y correctivas orientadas a la protección de la salud y seguridad del personal.

2. Alcance del plan

El presente plan de monitoreo se aplica a los ambientes operativos donde se desarrollan actividades con potencial generación de agentes químicos, tales como el taller de mantenimiento mecánico, el área de soldadura, el área de pintado y las zonas auxiliares con presencia de partículas en suspensión.

El monitoreo está dirigido a los trabajadores que realizan labores de manera directa en dichos ambientes durante su jornada laboral habitual.

3. Identificación de agentes químicos a monitorear

De acuerdo con la identificación de peligros y la evaluación preliminar de riesgos, se determinó la necesidad de monitorear los siguientes agentes químicos:

- Partículas respirables (PM2.5).
- Humos metálicos generados en procesos de soldadura (aluminio, hierro, manganeso, plomo, cromo, entre otros).

- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), tales como tolueno, xileno, acetato de metilo, 2-butoxietanol y trementina, asociados a actividades de pintado y uso de solventes.
-

4. Marco normativo aplicable

El Plan de Monitoreo de Agentes Químicos se sustenta en la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, considerando los siguientes dispositivos legales y técnicos:

- Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 - Decreto Supremo N.º 005-2012-TR, Reglamento de la Ley N.º 29783.
 - Decreto Supremo N.º 015-2005-SA, Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos.
 - Resolución Ministerial N.º 733-2024/MINSA.
 - Metodologías NIOSH y criterios de la ACGIH.
-

5. Metodología de monitoreo

5.1. Tipo de monitoreo

Se empleará principalmente el monitoreo ocupacional personal, mediante la colocación de equipos de muestreo en la zona de respiración del trabajador, con el fin de obtener resultados representativos de la exposición real durante el desarrollo normal de sus actividades. De manera complementaria, se podrá realizar monitoreo ambiental cuando las condiciones operativas lo requieran.

5.2. Equipos y métodos de medición

El monitoreo se realizará utilizando equipos calibrados y metodologías validadas, tales como:

- Bombas de muestreo personal.

- Filtros de PVC o fibra de vidrio.
 - Detectores fotoionizantes para COV.
 - Métodos analíticos NIOSH (0500, 0600, 7300, entre otros).
-

6. Frecuencia del monitoreo

La frecuencia del monitoreo de agentes químicos se establecerá en función de los resultados obtenidos y del nivel de riesgo identificado:

- Monitoreo inicial: cuando no exista información previa o línea base.
 - Monitoreo periódico:
 - Anual, cuando los resultados sean inferiores al 50 % del Valor Límite Permisible.
 - Semestral, cuando los resultados se encuentren entre el 50 % y el 100 % del Valor Límite Permisible.
 - Monitoreo extraordinario: ante cambios en procesos, incorporación de nuevos insumos, modificaciones en la ventilación o presencia de eventos que puedan incrementar la exposición.
-

7. Responsables del plan

La ejecución y seguimiento del plan de monitoreo estará a cargo de:

- Responsable interno: Jefe de Planta y Responsable del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Responsable externo: Empresa consultora especializada en higiene ocupacional.
 - Apoyo operativo: Supervisores de área y trabajadores evaluados.
-

8. Evaluación e interpretación de resultados

Los resultados obtenidos serán analizados y comparados con los Valores Límite Permisibles establecidos en la Resolución Ministerial N.º 733-2024/MINSA, considerando el tipo de exposición (TWA o STEL) y la duración de la jornada laboral. Asimismo, se procederá a la clasificación del nivel de riesgo y a la identificación de áreas críticas que requieran la implementación de medidas correctivas.

9. Medidas de control

En función de los resultados del monitoreo, se aplicarán medidas de control siguiendo la jerarquía establecida en la normativa vigente:

- Controles de ingeniería: mejora de la ventilación, extracción localizada y control de emisiones.
 - Controles administrativos: procedimientos de trabajo seguro, rotación de personal y capacitación.
 - Equipos de Protección Personal: uso obligatorio de respiradores adecuados al tipo de agente químico y programas de ajuste y mantenimiento.
-

10. Registro, seguimiento y mejora continua

Los resultados del monitoreo serán documentados mediante informes técnicos y registros del SGSST, los cuales servirán como evidencia ante procesos de fiscalización. El Plan de Monitoreo de Agentes Químicos será revisado y actualizado periódicamente como parte del ciclo de mejora continua PHVA, garantizando su alineación permanente con la normativa vigente y la protección de la salud de los trabajadores.

Nota. Elaboración propia a partir del Informe Técnico de Monitoreo Ocupacional de Agentes Químicos de la empresa Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.