



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL
FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA EN CARROCERÍAS
FABRI DE LA CIUDAD DE AMBATO.**

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

Autor

Jerez Muquinche Christian Patricio

Tutor

Mgtr. Lara Calle Andrés Rogelio.

AMBATO – ECUADOR

2026

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

Yo, Jerez Muquinche Christian Patricio declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA EN CARROCERÍAS FABRI DE LA CIUDAD DE AMBATO.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 21 días del mes de abril de 2026, firmo conforme:

Autor: Jerez Muquinche Christian Patricio

Firma:

Número de Cédula: 1804897674

Dirección: Tungurahua, Ambato, Izamba, San Francisco Bajo.

Correo Electrónico: cristian17jerez@hotmail.es (cjerez4@indoamerica.edu.ec)

Teléfono: 0983798733

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA EN CARROCERÍAS FABRI DE LA CIUDAD DE AMBATO” presentado por: Jerez Muquinche Christian Patricio, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

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

Ambato, 21 de abril 2026

.....
Mgtr. Lara Calle Andrés Rogelio

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

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

Ambato, 21 de abril 2026.

.....
Jerez Muquinche Christian Patricio

1804897674

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA EN CARROCERÍAS FABRI DE LA CIUDAD DE AMBATO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 21 de abril 2026

.....

Mgtr. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth.
LECTORA

.....

PhD. Buele León Jorge Luis
LECTOR

DEDICATORIA

A Dios

Creador de todas las cosas, el que siempre estuvo presente en cada hora, cada minuto, mostrándome que su tiempo es el más perfecto, por iluminar mi mente y guiar mi camino, Padre amado gracias.

A mi esposa, Verónica

No encuentro palabras adecuadas para expresar mi agradecimiento, pues este logro también es tuyo. Gracias esposa mía, por ser mi soporte en mis momentos de debilidad, junto a ti encontré las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres, Luis y María

Por ser un pilar fundamental, por inculcarme los valores que me han acompañado en todos los aspectos de vida, por su gran apoyo constante y sus incansables esfuerzos a ustedes les dedico con mucho amor cada éxito.

A mi hermano, David

Por nunca dudar de mí y apoyarme en cada etapa de mi vida también por acompañarme con risas, cariño y palabras de aliento en momentos difíciles, a mi sobrino Deivid y mi cuñada Magdalena gracias por llegar a mi vida a brindarme alegría y paz.

Con todo mi amor.

Christian Patricio Jerez Muquinche

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero comenzar agradeciendo a la Universidad Indoamérica por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en un entorno de excelencia y calidad.

A mis docentes quienes fueron un gran aporte en esta vida universitaria gracias por su entrega y vocación ya que ustedes han sido una gran inspiración en esta formación académica.

Especialmente a mi tutor de tesis Mgtr. Andrés Lara quien con su conocimiento y sabiduría ha contribuido significativamente en mi desarrollo personal y profesional pues supo guiarme y orientarme en este camino educativo.

Finalmente, a la empresa Carrocerías Fabri agradezco por brindarme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de Titulación, especialmente al Gerente Ing. Henry Yancha quien ha confiado en mi capacidad para desarrollar dicho trabajo y contribuir en una excelente mejora para la empresa.

A todos ustedes quiero expresarles mi más sincero agradecimiento.

¡MUCHAS GRACIAS!

Christian Patricio Jerez Muquinche

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	5
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	7
Puestos de trabajo.....	12
Matriz de evaluación de riesgos GTC 45 en procesos de Carrocerías Fabri.....	15
Estudio básico de contaminación del aire en los puestos de trabajo.....	19
Modelo operativo.....	27
Desarrollo del modelo operativo.....	28
Agentes químicos.....	30
OIT – Organización Internacional del Trabajo.....	33
OSHA (EE. UU.) – Occupational Safety and Health Administration.....	34
ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists.....	35
ISO – Organización Internacional de Normalización.....	35
NIOSH (CDC, EE. UU.) – National Institute for Occupational Safety and Health.....	36
Unión Europea (UE) – Directivas de agentes químicos y carcinógenos.....	37

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta	42
Manual de Higiene Industrial Gestión del Riesgo por Humo de Suelta.....	43
Cálculo del TWA (8 horas)	76
Resultados esperados	100
Expectativas de la empresa.	100
Cronograma de actividades	101
Análisis de costos.....	101

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:	103
Recomendaciones.....	104
BIBLIOGRAFÍA:	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diagrama de flujo de cambio de correas.....	9
Tabla 2. Diagrama de flujo de refuerzos de correas.....	10
Tabla 3. Diagrama de flujo de colocación de estabilizadores.....	11
Tabla 4. Diagrama de flujo de colocación de puertas.....	12
Tabla 5. Resultados de la aplicación de la matriz GTC 45.....	17
Tabla 6. Características Destacadas del Dispositivo.....	20
Tabla 7. Características Generales del Producto.....	20
Tabla 8. Especificaciones Técnicas.....	20
Tabla 9. Métodos de Medición y Rangos.....	21
Tabla 10. Área de estudio.....	27
Tabla 11. Caudal de aspiración según distancia.....	30
Tabla 12. Criterios de evaluación recomendados de OIT.....	33
Tabla 13. Valores OSHA (PEL) relevantes en soldadura:.....	34
Tabla 14. Criterios de evaluación (OSHA):.....	34
Tabla 15. Valores ACGIH (TLV):.....	35
Tabla 16. Criterios de evaluación (ACGIH):.....	35
Tabla 17. Criterios de evaluación (ISO, enfoque metodológico):.....	36
Tabla 18. Valores NIOSH (REL) frecuentes en soldadura:.....	36
Tabla 19. Criterios de evaluación (NIOSH):.....	36
Tabla 20. Valores UE (BOELV) relevantes para soldadura.....	37
Tabla 21. Criterios de evaluación (UE).....	37
Tabla 22. Tipos de límite:.....	38
Tabla 23. SDS – Óxido de Hierro (III).....	54
Tabla 25. SDS – Sílice Amorfa.....	56
Tabla 26. SDS – Fluorita.....	57
Tabla 27. SDS – Óxido de Titanio.....	58
Tabla 28. SDS – Óxido de Cinc.....	59
Tabla 29. SDS – Óxidos de Plomo.....	60
Tabla 30. Nivel de Exposición GTC 45.....	64
Tabla 31. Alternativa de Nivel de exposición GTC 45.....	64
Tabla 32. Nivel de Deficiencia GTC 45.....	65
Tabla 33. Niveles de Probabilidad.....	66
Tabla 34. Nivel de consecuencias GTC 45.....	67
Tabla 35. Nivel de riesgo GTC 45.....	67
Tabla 36. Valores Límite Permisibles (TLV).....	74

Tabla 37. Rotación de Tareas	93
Tabla 38. Turno de mañana (4h)	96
Tabla 39. Turno tarde (4h)	96
Tabla 40. Cronograma de implementación.	101
Tabla 41. Costo de la propuesta.	102
Tabla 42. Matriz GTC 45 Cambio de correas.	107
Tabla 43. Matriz GTC 45 Refuerzo de correas.	108
Tabla 44. Matriz GTC 45 colocación de estabilizadores.	109
Tabla 45. Matriz GTC 45 Colocado de puertas.....	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Medición de contaminación puesto de soldadura día 1.....	22
Gráfico 2. Medición de contaminación puesto de soldadura día 2.....	22
Gráfico 3. Medición de contaminación puesto de soldadura día 3.....	22
Gráfico 4. Medición de contaminación puesto de soldadura día 4.....	23
Gráfico 5. Medición de contaminación área de corte día 1.....	23
Gráfico 6. Medición de contaminación área de corte día 2.....	23
Gráfico 7. Medición de contaminación área de corte día 3.....	24
Gráfico 8. Medición de contaminación área de corte día 4.....	24
Gráfico 9. Medición de contaminación área de doblado día 1.....	24
Gráfico 10. Medición de contaminación área de doblado día 2.....	25
Gráfico 11. Medición de contaminación área de doblado día 3.....	25
Gráfico 12. Medición de contaminación área de doblado día 4.....	25
Gráfico 13. Medición de contaminación área de pintura día 1.....	26
Gráfico 14. Medición de contaminación área de pintura día 2.....	26
Gráfico 15. Medición de contaminación área de pintura día 3.....	26
Gráfico 16. Medición de contaminación área de pintura día 4.....	27
Gráfico 17: Modelo Operativo.....	28
Gráfico 18. Proceso para la gestión del Riesgo Químico.....	52
Gráfico 19. Procedimiento antes de iniciar la soldadura.....	82
Gráfico 20. Procedimiento Inspección de equipos y condiciones técnicas.....	83
Gráfico 21. Procedimiento durante la soldadura.....	84
Gráfico 22. Procedimiento después de finalizar la soldadura.....	85
Gráfico 23. Análisis de costo y tiempo Curva S.....	102

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación de Carrocerías Fabri.	8
Imagen 2. Fachada de la empresa y exposición de furgones.	9
Imagen 3. Corte de Planchas.	13
Imagen 4. Puesta y soldado de correas.	13
Imagen 5. Suelda de estructura.	14
Imagen 6. Acabado superficial.	15
Imagen 7. Distribución actual de Carrocerías Fabri.	15
Imagen 8. Portada de la propuesta.	44
Imagen 9. Medidor de Calidad del aire.	70
Imagen 10. Bomba de muestreo.	71
Imagen 11. Tubos de medición de contaminantes.	73
Imagen 12. Sistema de ventilación local extractora.	87
Imagen 14. Extractores móviles.	88
Imagen 15. Sistema de extracción móvil de humos.	90
Imagen 16. Sistema de extracción móvil de humos 3D.	91
Imagen 17. Sistema de extracción móvil Python Para Humo.	92

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA EN CARROCERÍAS FABRI DE LA CIUDAD DE AMBATO

AUTOR: Jerez Muquinche Christian Patricio

TUTOR: Mgtr. Lara Calle Andrés Rogelio

RESUMEN EJECUTIVO

La exposición a humos de soldadura constituye uno de los principales problemas de higiene industrial en los talleres metalmecánicos, debido a la generación de contaminantes químicos con alto potencial tóxico. En Carrocerías Fabri, empresa dedicada a la fabricación de furgones y estructuras metálicas en la ciudad de Ambato, los procesos de soldadura, corte, pulido y pintado generan humos metálicos, gases y material particulado que pueden afectar de forma directa la salud de los trabajadores. Ante esta situación, el proyecto de integración curricular se orientó a evaluar las condiciones actuales de higiene industrial y proponer un sistema de gestión que permita prevenir riesgos ocupacionales asociados a la inhalación de estos contaminantes. Se presenta la propuesta de un manual de gestión de higiene industrial, basado en normativa técnica y mediciones reales, que contribuye a reducir el nivel de riesgo químico y a mejorar las condiciones de trabajo. Para su desarrollo se aplicó una metodología de enfoque técnico descriptivo, que incluyó la identificación de peligros mediante la matriz GTC 45, la revisión de literatura científica y normativa internacional, y la medición directa de contaminantes del aire utilizando el monitor portátil BLATN BR SMART. Este equipo permitió evaluar en tiempo real parámetros como material particulado, compuestos orgánicos volátiles y gases, obteniendo datos confiables para el análisis higiénico. Los resultados evidenciaron que los riesgos químicos, especialmente los humos de soldadura y los agentes empleados en el proceso de pintado, representan los peligros de mayor severidad, alcanzando niveles de riesgo no aceptables. Asimismo, se determinó la ausencia de sistemas adecuados de ventilación y de controles higiénicos estructurados. Se confirma la necesidad de implementar controles de ingeniería, administrativos y de protección personal, integrados en un manual de gestión de higiene industrial, que permita reducir la exposición ocupacional, proteger la salud de los trabajadores y fortalecer la prevención de enfermedades profesionales en Carrocerías Fabri.

DESCRIPTORES: Higiene industrial, humos de soldadura, riesgo químico, seguridad y salud ocupacional.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: JEREZ MUQUINCHE CHRISTIAN PATRICIO

TUTOR: PHD. LARA CALLE ANDRES ROGELIO

THEME

Development of an Industrial Hygiene Management Manual for Welding Fume Exposure at Carrocerías Fabri, Ambato

ABSTRACT

Exposure to welding fumes represents one of the main industrial hygiene challenges in metalworking workshops, due to the generation of chemical contaminants with high toxic potential. At Carrocerías Fabri, a company dedicated to the manufacturing of truck bodies and metal structures in Ambato, welding, cutting, grinding, and painting processes generate metallic fumes, gases, and particulate matter that can directly affect workers' health. In response to this situation, the curricular integration project focused on assessing the current industrial hygiene conditions and proposing a management system aimed at preventing occupational risks associated with the inhalation of these contaminants. This research proposes an industrial hygiene management manual based on technical regulations and actual exposure measurements, aiming to reduce chemical risk levels and improve working conditions. A descriptive technical methodology was applied, including hazard identification through the GTC 45 risk assessment matrix, a review of scientific literature and international occupational safety regulations, and direct air contaminant measurements using the BLATN BR SMART portable monitor. This equipment enabled real-time evaluation of parameters such as particulate matter, total volatile organic compounds, and gases, providing reliable data for hygienic analysis. The results showed that chemical hazards, particularly welding fumes and substances used in painting processes, represent the most severe risks, reaching unacceptable risk levels. In addition, the absence of adequate ventilation systems and structured hygienic controls was identified. The findings confirm the need to implement engineering controls, administrative measures, and personal protective equipment, integrated within an industrial hygiene management manual to reduce occupational exposure, protect workers' health, and strengthen the prevention of occupational diseases at Carrocerías Fabri.

KEYWORDS: Chemical risk, industrial hygiene, occupational safety and health, welding fumes,



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Introducción

La importancia de la higiene industrial como herramienta esencial para proteger la salud de los trabajadores no puede ser pasada por alto ni minimizada. Aunque una enfermedad profesional pueda ser detectada y tratada de manera oportuna, ello no garantiza que deje de presentarse nuevamente si la exposición al agente causante continúa. En otras palabras, mientras las condiciones del ambiente laboral sigan siendo insalubres, persistirá el riesgo de que la salud de los empleados se vea comprometida. Por esta razón, la higiene industrial no solo debe centrarse en el diagnóstico o tratamiento posterior, sino en la prevención primaria mediante la identificación de peligros, el control de contaminantes, la implementación de medidas de seguridad y la capacitación continua. Solo a través de un cambio real y sostenido en el entorno de trabajo se logrará reducir de manera efectiva el impacto de los agentes dañinos, garantizando entornos laborales más seguros y contribuyendo al bienestar físico, mental y social de quienes forman parte de la organización (Herrick H, 2025).

La aparición del asma en los trabajadores está estrechamente relacionada con la exposición a diversos agentes presentes en múltiples industrias, como la manufactura, agricultura, servicios de alimentos, reparación automotriz y procesos con materiales como isocianatos, humos de soldadura, plásticos o mohos. Estos contaminantes respiratorios pueden generar crisis asmáticas graves que, en casos extremos, derivan en muertes por asma ocupacional, como lo evidencian los 13 fallecimientos registrados en Michigan entre 2003 y 2023. Se estima que el 37% del asma en adultos tiene un origen laboral, lo que resalta la necesidad de que empleadores y trabajadores reciban capacitación, implementen programas de vigilancia médica y se promueva la pronta intervención de los profesionales de la salud mediante la emisión de restricciones laborales para evitar la progresión de la enfermedad (Rosenman & Reilly, 2025).

La soldadura, ampliamente utilizada en la industria para la unión de metales, representa un riesgo significativo para la salud debido a la inhalación de humos tóxicos generados durante el proceso. La evidencia científica señala que la exposición prolongada a estos contaminantes, en combinación con hábitos como el tabaquismo, puede alterar parámetros bioquímicos y fisiológicos relacionados con el metabolismo lipídico y mineral en los trabajadores expuestos. En este contexto, (Nwogueze et al., 2024) examinaron, la variabilidad del zinc sérico y la composición corporal de soldadores, evaluando su relación con la hiperlipidemia y la dislipidemia como factores de riesgo cardiovascular. A través de un diseño de casos y controles con adultos aparentemente sanos, se identificaron cambios relevantes en indicadores como el índice de masa corporal, los niveles de colesterol, HDL y triglicéridos, evidenciando que la interacción entre los humos de soldadura y el tabaquismo tiene efectos adversos directos sobre la salud vascular. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de considerar la exposición ocupacional como un determinante clave en la prevención de enfermedades crónicas y cardiovasculares en el ámbito laboral.

La soldadura, pese a ser una de las técnicas más utilizadas en la industria metalmeccánica, implica una serie de riesgos asociados a la generación de humos y gases tóxicos que pueden comprometer gravemente la salud de los trabajadores. Estudios recientes han demostrado que en la zona de soldadura las concentraciones de humo alcanzan valores superiores a 4900 ppm, disminuyendo con la distancia, pero manteniendo niveles peligrosos en el área próxima de trabajo. Del mismo modo, las temperaturas extremas que superan los 2000 °C en el punto de soldadura favorecen la liberación y dispersión de partículas nocivas, incrementando el riesgo de exposición. La inhalación de estos contaminantes se relaciona con irritación respiratoria, disminución de la función pulmonar y, en exposiciones prolongadas, con enfermedades crónicas como la EPOC o incluso cáncer de pulmón. Variables como el voltaje y la corriente de soldadura inciden directamente en la producción de humos, lo que subraya la importancia de establecer parámetros seguros, aplicar medidas de ventilación adecuadas y garantizar el uso de protección respiratoria. En este contexto, la caracterización de los humos de soldadura y la evaluación de sus efectos resultan fundamentales para desarrollar lineamientos de higiene industrial que protejan eficazmente la salud ocupacional (Gupta et al., 2024).

Antecedentes

En la ciudad de Ambato, la empresa Carrocerías Fabri se ha consolidado como un pequeño taller dedicado a la construcción de carrocerías metálicas para vehículos de transporte. Su actividad productiva demanda una mano de obra calificada en procesos de soldadura, corte y ensamble de estructuras metálicas. Dentro de este escenario, la labor de soldadura constituye uno de los puestos más importantes, en el que cuatro trabajadores desempeñan de manera continua la construcción de las estructuras que conforman el armazón de las carrocerías. Este proceso, aunque esencial para la productividad de la empresa, expone a los operarios a contaminantes químicos presentes en el aire, principalmente humos de soldadura compuestos por partículas metálicas, gases tóxicos y vapores derivados de la fusión de los electrodos y los metales base.

El humo de soldadura representa un riesgo químico de alta relevancia en términos de higiene industrial. Investigaciones internacionales han demostrado que la exposición a concentraciones elevadas de estos humos ocasiona efectos agudos, como irritación ocular y respiratoria, y efectos crónicos que incluyen enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma ocupacional y cáncer de pulmón (Pacheco et al., 2024). Asimismo, las partículas ultrafinas que se generan en el arco eléctrico pueden ingresar al sistema respiratorio y alcanzar el torrente sanguíneo, lo que incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares. En Carrocerías Fabri, la falta de gestión del riesgo químico constituye una problemática visible, ya que no existen medidas preventivas claras ni procedimientos técnicos orientados a reducir la exposición de los soldadores.

El diagnóstico de la realidad de la empresa evidencia tres aspectos críticos. En primer lugar, los trabajadores realizan sus actividades sin contar con equipos de protección personal (EPP) adecuados, como respiradores con filtros para partículas metálicas, caretas con protección respiratoria incorporada o sistemas de ventilación localizada. La ausencia de estas herramientas expone de forma directa a los soldadores a humos y gases peligrosos. En segundo lugar, no se ha implementado un sistema formal de gestión de higiene industrial que permita identificar, evaluar y controlar los contaminantes presentes en el ambiente laboral. Este vacío organizacional impide establecer acciones correctivas oportunas, como la medición periódica de la concentración de humos de soldadura o la instalación de sistemas de extracción localizada. Finalmente, el tercer aspecto se relaciona con la falta de capacitación de los trabajadores respecto a los riesgos químicos y las

prácticas seguras de trabajo, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a incidentes de salud ocupacional.

El desarrollo de un manual de gestión de la higiene industrial para Carrocerías Fabri responde a la necesidad urgente de abordar estos problemas de manera estructurada y sostenible. Dicho manual permitirá establecer lineamientos claros para la identificación del riesgo químico, la selección de medidas de control técnico, la adopción de equipos de protección personal apropiados y la implementación de programas de vigilancia de la salud. Además, proporcionará pautas de capacitación y sensibilización que fortalezcan la cultura preventiva entre los trabajadores. Sustentar esta propuesta resulta indispensable, ya que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (Calera Rubio et al., 2005) y normativas como las guías de la OSHA recomiendan la aplicación de planes de higiene industrial en actividades de alto riesgo químico como la soldadura.

En el Ecuador en el decreto Ejecutivo 255 (Cient ; Cómo et al., 2025), Artículo 48, se establece que los límites de exposición a agentes químicos deben ajustarse a lo dispuesto en la normativa técnica nacional vigente. En caso de que no exista una normativa nacional específica, se debe recurrir a normas internacionales reconocidas, garantizando que las evaluaciones de riesgos sean consistentes y basadas en estándares internacionales aceptados. En el Artículo 49, se indica que, una vez identificados y evaluados los riesgos, en todos los centros de trabajo se implementarán medidas de prevención y protección para evitar o minimizar accidentes y enfermedades profesionales derivados de agentes químicos. La jerarquía para la implementación de estas medidas es la siguiente:

- Eliminación del agente o actividad riesgosa.
- Sustitución por agentes menos peligrosos o menos riesgosos.
- Control de ingeniería (generación de barreras físicas o técnicas).
- Control administrativo (modificación de procesos, turnos, capacitación).
- Uso de protección sobre el trabajador (equipos de protección personal).

En la actualidad Carrocerías Fabri refleja las carencias comunes en pequeñas empresas del sector metalmeccánico de la provincia de Tungurahua y el Ecuador, donde la producción prima sobre la prevención. La inexistencia de una gestión adecuada del riesgo químico ha generado un entorno laboral inseguro que amenaza la salud de los trabajadores y compromete la sostenibilidad de la empresa. Ante ello, el desarrollo de un manual de gestión de higiene industrial constituye una herramienta necesaria para garantizar la

protección de los soldadores, elevar los estándares de seguridad ocupacional y asegurar la continuidad productiva bajo condiciones más saludables y seguras.

Justificación

El estudio es **importante** porque aborda una problemática crítica para la salud de los trabajadores de Carrocerías Fabri: la exposición constante a humos de soldadura y otros contaminantes químicos presentes en el aire. La falta de gestión de riesgos químicos y la ausencia de medidas preventivas, como equipos de protección personal o sistemas de ventilación, convierten a este taller en un espacio laboral con alta vulnerabilidad frente a enfermedades ocupacionales.

La propuesta tendrá un **impacto** directo en la mejora de la seguridad y salud ocupacional, busca mitigar los riesgos asociados a la soldadura. Además, contribuirá a optimizar los procesos de trabajo, ya que un entorno seguro incrementa la motivación y productividad de los empleados.

La **utilidad** del manual de gestión radica en su aplicabilidad directa al contexto específico de Carrocerías Fabri. Proporcionará lineamientos claros para la identificación, evaluación y control del riesgo químico, adaptados a las condiciones reales del taller. Incluirá procedimientos de uso de equipos de protección personal, medidas técnicas como ventilación localizada, y pautas de capacitación continua.

Los trabajadores serán los principales **beneficiarios** de la propuesta, ya que mejorarán sus condiciones de seguridad y salud al reducir de manera significativa la exposición a humos tóxicos, lo que contribuirá a prevenir enfermedades ocupacionales y a garantizar un entorno laboral más seguro.

La propuesta es **factible** porque la empresa, aunque pequeña, cuenta con una estructura clara y con procesos productivos definidos, lo que facilita la integración de un manual de gestión. Además, los recursos necesarios como equipos de protección personal básicos, sistemas de ventilación localizada y capacitaciones son accesibles en el mercado local y no requieren de una inversión excesiva. Desde el punto de vista normativo, existen regulaciones nacionales e internacionales que respaldan la necesidad de esta propuesta.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un manual de gestión de higiene industrial frente a la exposición a humos de soldadura en Carrocerías Fabri de la ciudad de Ambato.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de higiene industrial en los procesos de soldadura de Carrocerías Fabri, identificando los principales riesgos asociados a la exposición a humos metálicos.
- Analizar los efectos de la exposición a humos de soldadura en la salud de los trabajadores, mediante la revisión de literatura científica y normativa vigente en seguridad ocupacional.
- Desarrollar un manual de gestión de higiene industrial que sirva como guía práctica para la empresa, asegurando estrategias y medidas de control con protocolos de prevención, monitoreo y capacitación del personal.

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa.

Carrocerías Fabri, ubicada en la parroquia Cunchibamba del cantón Ambato, desarrolla actividades metalmecánicas que incluyen procesos de corte, armado, estructurado y soldadura de furgones y plataformas. Estos procesos generan humos metálicos, gases y partículas provenientes de la soldadura eléctrica y autógena, los cuales son inhalados por los trabajadores, especialmente por los cuatro soldadores que operan en las áreas de estructurado y armado.

A pesar de la naturaleza riesgosa de estas actividades, la empresa no dispone de un Manual de Gestión de Higiene Industrial, ni de procedimientos estandarizados para el control de la exposición a humos de soldadura. Tampoco cuenta con mediciones ambientales, ventilación local extractora ni equipos de protección respiratoria adecuados como filtros P100, lo que incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias, intoxicaciones agudas y afecciones relacionadas con metales como hierro, manganeso y zinc.

Además, el personal realiza sus actividades en espacios semicerrados, con ventilación natural limitada y sin un sistema documentado de control de contaminantes. Esto evidencia insuficiencia en la gestión preventiva, incumplimiento de estándares de higiene industrial y ausencia de mecanismos de monitoreo y control de contaminantes químicos.

En consecuencia, surge la necesidad de analizar si Carrocerías Fabri puede controlar y reducir la exposición a humos de soldadura en sus áreas de trabajo, mediante la elaboración e implementación de un Manual de Gestión de Higiene Industrial que

establezca procedimientos, controles y medidas preventivas adecuadas para proteger la salud de sus trabajadores.

Para llegar a la empresa desde el centro de Ambato o desde la ruta principal:

Acceder por la vía principal que se dirige hacia Cunchibamba, utilizando la Alternativa Panamericana (Camino Real) como corredor mayor. Tomar la Avenida Padre Leóncio Córdova para adentrarse en el casco urbano de Cunchibamba. Ingresar por la Calle Cañaris o alguna vía interna de menor jerarquía hasta llegar al taller de Carrocerías Fabri, ubicado en el barrio correspondiente. Al estar ubicada en una parroquia con vialidad principal modesta como Camino Real y avenidas secundarias, la ventilación natural puede verse afectada por la densidad edificada y la configuración del entorno. Esto refuerza la necesidad de instalar sistemas de extracción de humos en la empresa, la ubicación y la empresa se presenta en la Imagen 1 y 2.

La cercanía a vías de tránsito vehicular y zonas de acceso industrial facilita el traslado de materiales pesados (planchas, perfiles metálicos), lo cual es coherente con el tipo de actividad de Carrocerías Fabri.

El entorno urbano-semiindustrial de Cunchibamba exige que el manual de higiene industrial contemple medidas de confinamiento de contaminantes, dado que no se trata de un área completamente aislada del tráfico o de otras actividades productivas.

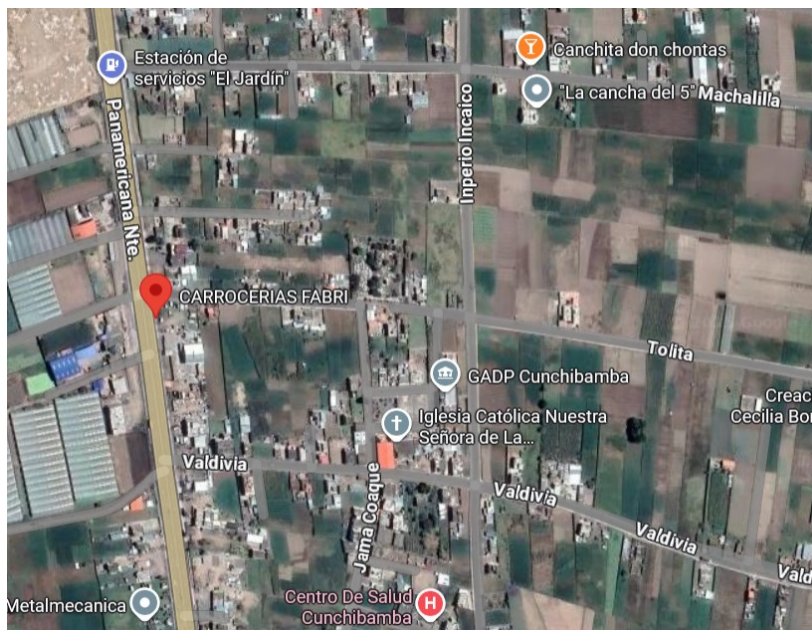


Imagen 1. Ubicación de Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).



Imagen 2. Fachada de la empresa y exposición de furgones.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La empresa tiene los siguientes procesos principales:

El proceso de Cambio de Correas corresponde a una actividad operativa realizada en el área de estructurado de furgones en Carrocerías Fabri. Se compone de una secuencia de operaciones, inspecciones y desplazamientos, representados mediante símbolos estandarizados del Diagrama de Análisis de Proceso (DAP).

Este procedimiento tiene como objetivo retirar las correas estructurales deterioradas o reposicionarlas, para posteriormente instalar nuevas correas que garanticen la rigidez del furgón, en la tabla 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso cambio de correas.

Tabla 1. Diagrama de flujo de cambio de correas.

CARROCERÍAS FABRI								
DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS								
CAMBIO DE CORREAS								
FECHA DE REGISTRO:	7/11/2025			DIAGRAMA NÚMERO	1			
RESUMEN								
<ul style="list-style-type: none"> ● Operación ▽ Almacenaje □ Inspección ○ Demora → Transporte ● Act. combinada 	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMÍA		
		CANTIDAD	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	
	OPERACIÓN:	5	8					
	TRANSPORTE:							
	ESPERA:							
	INSPECCIÓN:	2	1,3					
ALMACENAMIENTO:								
DISTANCIA TOTAL								
ELABORADO POR:	PROCESOS	7	9,3					
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	●	→	▶	■	▽	DIST.	TIEMPO (H)	OBSERVACIONES
1. Embarque de furgón	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: palos, tanques, tacos
2. Corte de puntos de soldadura de correa	○	●	○	○	○	N/A	2	Recurso: instalación 120 V, amoladora, disco de corte 9°, combo, cincel
3. Retirada de correas	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 120 V, amoladora, disco de corte 9°, combo, cincel
4. Armado de correas (cambio o solo mover)	○	●	○	○	○	1 m	2	Recurso: instalación 120 V, instalación 220 V, soldadura, trozadora, alambre, amoladora, disco de pulir 7°, playo de presión
5. Inspección de correas	○	○	●	○	○	N/A	0,3	Revisión con la medida; si no pasa, regresa al armado de procesos
6. Colocación de correas	○	●	○	○	○	N/A	2	Recurso: instalación 120 V, instalación 220 V, soldadura, alambre, amoladora, disco de pulir 7°, playo de presión
7. Inspección de colocación	○	○	●	○	○	N/A	1	Revisión con la medida; si no pasa, regresa a colocación de correas
TOTAL							9,3	

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

El proceso de Refuerzos de Correas corresponde a una actividad estructural realizada en el área de armado y soldadura de Carrocerías Fabri. Su finalidad es instalar o mejorar los refuerzos metálicos que dan soporte a la estructura del furgón, garantizando rigidez y distribución adecuada de cargas.

El diagrama identifica un total de 4 operaciones, sin registros de transporte, espera o almacenamiento dentro del flujo principal. El tiempo total medido para ejecutar el proceso es de 4,3 horas, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Diagrama de flujo de refuerzos de correas.

CARROCEÍAS FABRI										
DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS										
REFUERZOS DE CORREAS										
FECHA DE REGISTRO:	18/11/2025			DIAGRAMA NÚMERO		2				
RESUMEN										
	ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMÍA			
			CANTIDAD	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	CANT.	TIEMPO		
● Operación	▽ Almacenaje		4	4						
□ Inspección	○ Demora	OPERACIÓN:								
→ Transporte	● Act. combinada	TRANSPORTE:								
		ESPERA:								
		INSPECCIÓN:								
		ALMACENAMIENTO:								
		DISTANCIA TOTAL								
		TIEMPO TOTAL								
ELABORADO POR:	PROCESOS		4	4						
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	●	→	▶	■	▽	DIST.	TIEMPO (H)	OBSERVACIONES		
1. Corte de refuerzos de correa en G	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 120 V, trozadora		
2. Pulido de corte	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 120 V, amoladora, disco de pulir 7"		
3. Puntado de refuerzos	○	●	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 220 V, soldadura, alambre, CO2, playo de presión		
4. Inspección de refuerzos	○	○	●	○	○	1 m	0,3	Revisión con la medida; si no pasa, regresa al puntado de refuerzos		
5. Rematado de refuerzos	○	●	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 220 V, soldadura, alambre, CO2, playo de presión		
TOTAL								4,3		

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

El proceso de Colocación de Estabilizadores forma parte de las labores de reforzamiento estructural realizadas en el área de armado y soldadura de Carrocerías Fabri. Su objetivo es asegurar la rigidez, alineación y estabilidad de la carrocería mediante la instalación de tubos y escuadras metálicas que actúan como puntos de soporte.

El diagrama muestra una secuencia compuesta principalmente por operaciones y una etapa de inspección, sin registrar tiempos de transporte, espera o almacenamiento. El tiempo total del proceso es de 5,3 horas, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Diagrama de flujo de colocación de estabilizadores.

CARROCERÍAS FABRI								
DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS								
COLOCACIÓN DE ESTABILIZADORES								
FECHA DE REGISTRO:	18/11/2025	DIAGRAMA NÚMERO		3				
RESUMEN								
<ul style="list-style-type: none"> ● Operación ▽ Almacenaje □ Inspección ○ Demora → Transporte ● Act. combinada 	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMÍA		
		CANTIDAD	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	
	OPERACIÓN:							
	TRANSPORTE:							
	ESPERA:							
	INSPECCIÓN:							
	ALMACENAMIENTO:							
	DISTANCIA TOTAL							
TIEMPO TOTAL								
ELABORADO POR:	PROCESOS	0	0					
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	●	→	▶	■	▽	DIST.	TIEMPO (H)	OBSERVACIONES
1. Corte de tubos	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 120 V, trozadora
2. Pulido de corte	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 120 V, amoladora, disco de pulir 7"
3. Puntiado de escuadras	○	●	○	○	○	N/A	2	Recurso: instalación 220 V, soldadura, alambre, CO2, playo de presión
4. Inspección de escuadras	○	○	●	○	○	1 m	0,3	Revisión con la medida; si no pasa, regresa al puntiado de escuadras
5. Rematado de escuadras	○	●	○	○	○	N/A	1	Recurso: instalación 220 V, soldadura, alambre, CO2, playo de presión
TOTAL							5,3	

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

El proceso de Colocación de Puertas comprende una serie de actividades de marcado, corte, conformado, ensamblaje estructural y montaje final de puertas metálicas utilizadas en la carrocería del furgón. Este proceso integra operaciones mecánicas, inspecciones dimensionales, actividades de soldadura, y procesos de conformado, haciendo uso de equipos energizados en 110 V, 120 V y 220 V, además de herramientas neumáticas.

El flujo total comprende 9 procesos, de los cuales 7 corresponden a operaciones directas y 2 a inspecciones, con un tiempo total de 16,5 horas, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Diagrama de flujo de colocación de puertas.

CARROCERÍAS FABRI								
DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS								
COLOCACIÓN DE PUERTAS								
FECHA DE REGISTRO:	19/11/2025		DIAGRAMA NUMERO	4				
RESUMEN								
<ul style="list-style-type: none"> ● Operación ▽ Almacenaje □ Inspección ○ Demora → Transporte ● Act. combinada 	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMÍA		
		CANTIDAD	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	CANT.	TIEMPO	
	OPERACIÓN:	7	15					
	TRANSPORTE:							
	ESPERA:							
	INSPECCIÓN:	2	1,5					
	ALMACENAMIENTO:							
DISTANCIA TOTAL								
TIEMPO TOTAL								
ELABORADO POR:	PROCESOS	9	16,5					
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	●	→	▶	■	▽	DIST.	TIEMPO (H)	OBSERVACIONES
1. Medida y marcado de puerta	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: flexómetro, respiradero, lápiz, escuadra
2. Corte y retirada de planchas	●	○	○	○	○	N/A	2	Recurso: instalación 120 V, pulidora, taladro, broca 3/16 y 5/16, disco de corte 9"
3. Señalado y corte de planchas 1,4 galvanizadas	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: flexómetros, zizalla, tijeras de tool, rayador
4. Doblado de planchas	○	●	○	○	○	1 m	1	Recurso: dobladora
5. Inspección del doblado	○	○	●	○	○	N/A	0,5	Revisión; en caso contrario, regresa al doblado
6. Estructurado de marco de puertas	○	●	○	○	○	N/A	4	Recurso: instalación 220 V, instalación 110 V, taladro, broca 3/16 y 5/16, compresor, soldadura, alambre
7. Inspección de medidas de puertas	○	○	●	○	○	N/A	1	Revisión; en caso contrario, SE REESTRUCTURA
8. Armado de puertas	○	●	○	○	○	N/A	4	Recurso: instalación 220 V, instalación 110 V, taladro, broca 3/16 y 5/16, compresor, soldadura, alambre
9. Colocación de puertas	○	●	○	○	○	N/A	2	Recurso: instalación 220 V, instalación 110 V, taladro, broca 3/16 y 5/16, compresor, soldadura, alambre
10. Pintado de puertas	●	○	○	○	○	N/A	1	Recurso: compresor, pistola de pintura, lija, masilla, pintura
TOTAL							17,5	

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Puestos de trabajo.

La imagen 3, muestra a un trabajador realizando el corte manual de planchas de tol o lámina galvanizada, empleando una cizalla manual tipo guillotina, proceso habitual en la elaboración de paneles para la fabricación de furgones. Esta actividad combina esfuerzos físicos intensos, manipulación de superficies filosas y uso de herramientas manuales que requieren precisión y control, convirtiéndola en una tarea de alto riesgo dentro del sector metalmeccánico.

La operación involucra una serie de riesgos mecánicos, ergonómicos, físicos, químicos y ambientales, que deben ser identificados y controlados para evitar accidentes y enfermedades profesionales, en concordancia con las directrices establecidas por la OIT en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).



Imagen 3. Corte de Planchas.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La imagen 4, muestra a un trabajador realizando la colocación y soldadura de correas estructurales en la carrocería de un furgón. Esta actividad forma parte del proceso de armado y refuerzo estructural, donde se utilizan procedimientos de soldadura eléctrica, manipulación de perfiles metálicos y fijación de componentes.

El trabajador está posicionado en una zona baja del vehículo, efectuando cordones en un soporte lateral mientras sostiene elementos metálicos para alineación. Este proceso involucra riesgos mecánicos, ergonómicos, térmicos, eléctricos, químicos e higiénicos, los cuales deben ser controlados según directrices de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y normas de soldadura segura.



Imagen 4. Puesta y soldado de correas.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La imagen 5 muestra a un trabajador realizando soldadura eléctrica (SMAW) sobre una estructura metálica apoyada de manera improvisada sobre un tambor industrial. La tarea implica la unión de perfiles metálicos mediante arco eléctrico, actividad crítica en la fabricación de puertas y estructuras para furgones. El operario trabaja en posición arrodillada, sosteniendo el electrodo y concentrando el cordón de soldadura en un borde de la pieza. La operación se ejecuta en una zona sin contención, sobre suelo de tierra, con cables expuestos y riesgo ambiental elevado. Este tipo de soldadura expone al trabajador a riesgos mecánicos, eléctricos, térmicos, químicos, ergonómicos y locativos, todos ellos clasificados como riesgos de nivel alto según estándares OIT para trabajos con “riesgo elevado”.



Imagen 5. Suelda de estructura.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La imagen 6, muestra a un trabajador realizando el acabado superficial de una puerta metálica apoyada sobre un tambor industrial, utilizando una amoladora angular (esmeril) para eliminar imperfecciones, rebabas, restos de soldadura y lograr una superficie uniforme antes del pintado.

El operario trabaja de pie, manipulando una herramienta rotativa de alta velocidad mientras aplica presión sobre la pieza metálica. Esta actividad es común en el proceso de fabricación y reparación de furgones, y representa una operación de alto riesgo, principalmente por la combinación de vibración, partículas metálicas y posturas forzadas. El entorno de trabajo evidencia condiciones informales: piso de tierra, cables expuestos y soporte inestable para la pieza, aumentando la probabilidad de incidentes.



Imagen 6. Acabado superficial.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

En la imagen 7 se presenta la distribución de planta de Carrocerías Fabri.

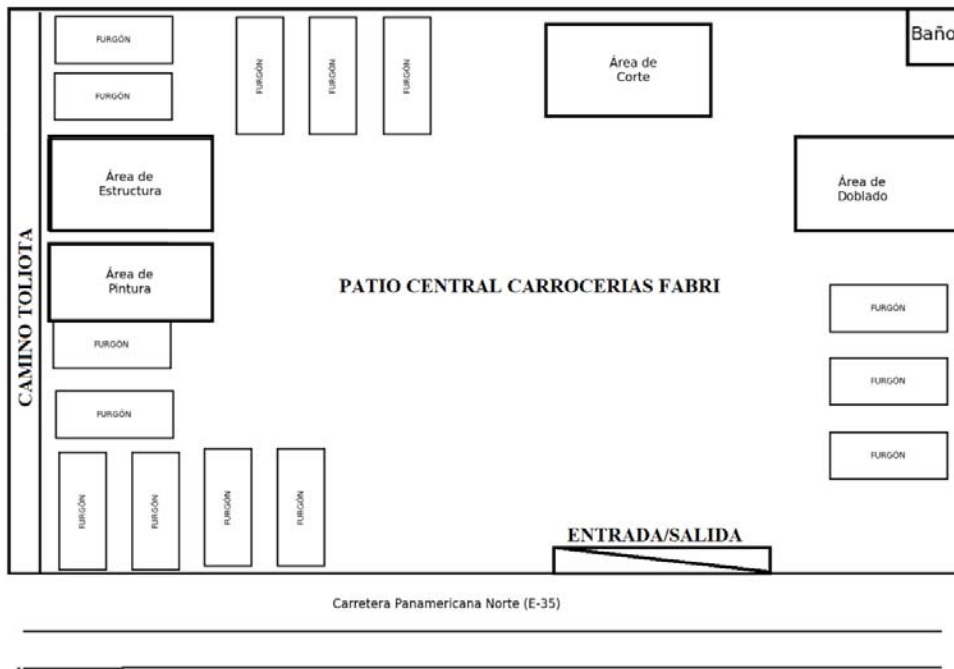


Imagen 7. Distribución actual de Carrocerías Fabri.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Matriz de evaluación de riesgos GTC 45 en procesos de Carrocerías Fabri.

Para el presente estudio se aplicó la Matriz GTC 45, herramienta establecida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación para la identificación de peligros y la evaluación cualitativa del riesgo en los ambientes de trabajo. Esta guía es ampliamente utilizada en organizaciones latinoamericanas debido a su enfoque sistemático y su capacidad para clasificar de manera objetiva los riesgos derivados de actividades operativas. La GTC 45 enfatiza que, para obtener una valoración realista y

coherente, es indispensable considerar el tiempo efectivo de exposición del trabajador a cada tarea, dado que la frecuencia y duración del contacto con el peligro incrementan proporcionalmente la probabilidad de ocurrencia del daño y, por ende, el nivel de riesgo.

En cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, la aplicación de esta matriz permitirá categorizar los riesgos presentes en los procesos de fabricación de Carrocerías Fabri y priorizar aquellos que requieren intervención inmediata. Asimismo, tal como lo recomienda el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC y las organizaciones que participaron en la elaboración de la guía, la GTC 45 admite la realización de ajustes en sus lineamientos de acuerdo con las características propias de la empresa, sus recursos disponibles, la naturaleza de las tareas y las recomendaciones de la alta dirección, administradores del SG-SST y demás partes interesadas, asegurando una evaluación flexible pero técnicamente fundamentada (Galvis et al., 2025).

En relación con los criterios de valoración, la tabla utilizada para establecer el nivel de exposición (NE), conforme a la Guía Técnica Colombiana GTC 45, se presenta en la propuesta técnica dirigida a la empresa. Esto se debe a que se busca que la herramienta metodológica quede implementada directamente en la organización, facilitando su uso continuo y no limitándose únicamente al presente documento académico. De igual manera, la tabla empleada para determinar el nivel de exposición considerando tanto la repetitividad como la duración de la tarea, cuyos valores corresponden a las recomendaciones de la GTC 45, se incluye en la propuesta para la empresa. Cabe destacar que la organización podrá ajustar dichos valores si considera que otros representan de forma más precisa las condiciones reales de sus actividades laborales. La Guía Técnica Colombiana GTC 45:2012 establece que el nivel de deficiencia (ND) corresponde al grado en que las condiciones existentes en el lugar de trabajo pueden originar un incidente, considerando tanto los peligros presentes como la efectividad real de las medidas de control implementadas. En otras palabras, el ND refleja la probabilidad de materialización del peligro en función de las fallas o insuficiencias identificadas y la capacidad preventiva de los controles existentes.

La tabla de referencia para la asignación del nivel de deficiencia (ND), recomendada por la GTC 45, se encuentra igualmente incluida en la propuesta para la empresa, con el fin de garantizar su aplicación práctica dentro del sistema de gestión. El nivel de

consecuencias (NC) se entiende como el indicador que permite establecer la gravedad o severidad del daño que podría generarse si un peligro llegara a materializarse. Esta definición sirve como base para la correcta interpretación de la metodología propuesta por ICONTEC dentro de la GTC 45. La tabla correspondiente para determinar el nivel de consecuencias (NC), de acuerdo con las recomendaciones de la GTC 45, se presenta en la propuesta técnica para la empresa, constituyendo una herramienta fundamental para valorar la severidad de los riesgos identificados.

Para la interpretación y aceptación del riesgo, se comparará el nivel de riesgo obtenido con los criterios de aceptabilidad definidos en la matriz de la GTC 45, los cuales también se incluyen en la propuesta entregada. Se desarrolla la matriz GTC 45 en los procesos principales de la empresa como se presenta en las tablas 40 a 43 del Anexo 1.

A continuación se presenta la tabla 5, con el resumen del resultado de aplicación del método GTC 45 de identificación y valoración del riesgo.

Tabla 5. Resultados de la aplicación de la matriz GTC 45.

PROCESO / ÁREA	Nº RIESGOS IDENTIFICADOS	RIESGOS ACEPTABLES	RIESGOS NO ACEPTABLES	NIVEL DE RIESGO PREDOMINANTE	PRINCIPALES PELIGROS IDENTIFICADOS
Corte y armado de correas	7	6	1	Medio	Cortes, atrapamientos, humo y polvo
Refuerzo de correas	5	3	2	Alto	Humos de soldadura, cortes
Colocación de estabilizadores	5	3	2	Alto	Humos de soldadura, exposición química
Colocación de puertas	10	5	5	Medio - Alto	Posturas forzadas, cortes, químicos
Total general	27	17	10	Medio - Alto	—

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Se identificaron 27 riesgos en total, de los cuales:

- 63% (17 riesgos) son *aceptables* (Nivel II).
- 37% (10 riesgos) son *no aceptables* (Nivel I), lo que implica intervención inmediata.

Los riesgos no aceptables se concentran principalmente en:

- Exposición a humos de soldadura (químico)
- Procesos con alta probabilidad (ND alto)
- Actividades con exposición frecuente

El nivel de riesgo predominante es Medio–Alto, lo cual indica que:

- Existen controles, pero no son completamente efectivos
- Se requiere mejorar medidas de intervención

Los procesos con mayor criticidad son:

- Colocación de puertas
- Refuerzo de correas
- Colocación de estabilizadores

Los peligros más recurrentes y críticos son:

- Exposición a humos de soldadura (riesgo químico)
- Riesgos físicos (cortes, atrapamientos)
- Riesgos ergonómicos (posturas forzadas)

Dentro de los procesos evaluados en Carrocerías Fabri, la matriz de identificación de peligros evidencia que los riesgos químicos constituyen los peligros más eminentes y críticos para la salud de los trabajadores, superando incluso a los peligros físicos y ergonómicos. En particular, la exposición a humos de soldadura y a los agentes químicos empleados en el proceso de pintado representa un nivel de riesgo significativamente elevado debido a la toxicidad, persistencia y facilidad de inhalación de estas sustancias.

Los humos de soldadura generados durante los procesos de unión de estructuras y correas contienen mezclas complejas de óxidos metálicos, como hierro, manganeso, aluminio y zinc, además de gases peligrosos como ozono (O₃), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x). La inhalación frecuente de estos contaminantes puede producir efectos de salud inmediatos, como irritación respiratoria y ocular, cefalea o fiebre del humo metálico, así como efectos crónicos graves documentados por organismos como NIOSH y OIT, incluyendo alteraciones pulmonares, daño neurológico y enfermedades respiratorias ocupacionales. La matriz evidencia que estos peligros alcanzan valores de probabilidad y consecuencia altos, arrojando un riesgo No Aceptable, lo que exige medidas de intervención inmediatas.

Asimismo, el proceso de pintado de puertas y carrocerías expone a los trabajadores a solventes, diluyentes, resinas y compuestos orgánicos volátiles (COV), como tolueno, xileno, acetatos, hidrocarburos aromáticos y partículas de pigmentos. Estos agentes presentan riesgos de toxicidad aguda y crónica: mareos, náuseas, dermatitis, daño hepático y alteraciones del sistema nervioso central. Su volatilidad favorece la dispersión

en el ambiente de trabajo, incrementando la probabilidad de inhalación en ausencia de sistemas adecuados de ventilación y extracción.

En los puestos de trabajo de soldadura como la pintura son actividades críticas en el taller y representan los peligros químicos de mayor severidad, dadas sus características toxicológicas y el nivel de exposición continua de los trabajadores. Por ello, estos riesgos requieren una gestión prioritaria, incorporando controles de ingeniería, EPP especializado, protocolos de ventilación y medidas de higiene industrial conforme a las directrices de la GTC 45, OIT y normativas internacionales de seguridad ocupacional.

Estudio básico de contaminación del aire en los puestos de trabajo.

La técnica de lectura directa es un método empleado para la medición de contaminantes en el aire, caracterizado por permitir que la captura y el análisis de la muestra se realicen de manera simultánea. Gracias a este principio de funcionamiento, proporciona resultados inmediatos y confiables, lo que permite obtener datos precisos en tiempo real. Además, representa una alternativa económica frente a métodos más complejos que requieren procesos analíticos adicionales. Dentro de este grupo de instrumentos se incluyen los tubos colorimétricos y los equipos electrónicos diseñados específicamente para la detección de contaminantes.

Para las mediciones ambientales se utiliza un monitor portátil de calidad del aire, un dispositivo versátil y confiable que facilita la evaluación de varios parámetros contaminantes. El modelo BLATN BR-SMART destaca por su alto nivel de precisión, ya que cuenta con sensores avanzados y algoritmos especializados capaces de analizar partículas extremadamente pequeñas con un margen de error reducido. Su diseño permite interpretar los datos de forma clara y detallada mediante gráficas, almacenamiento interno y funciones optimizadas para el seguimiento de la calidad del aire.

Este equipo permite medir partículas PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM₁₀, compuestos orgánicos volátiles totales, dióxido de carbono y formaldehído, entre otros contaminantes. También incluye una pantalla a color de alta resolución, almacenamiento externo mediante tarjeta TF y una interfaz intuitiva que facilita la interpretación de los datos registrados durante los procesos de monitoreo. En las siguientes tablas de la 6 a la 9 se presentan las características técnicas (Lara-Calle et al., 2025).

Tabla 6. Características Destacadas del Dispositivo

Característica	Descripción
Sensibilidad elevada	Sensor láser de alta precisión con resolución de 0,25 µg/m ³ .
Precisión optimizada	Algoritmo especializado para PM2,5 y PM10 desarrollado con CMA.
Medición exacta de formaldehído	Resolución de 0,01 mg/m ³ con un sensor de alta precisión.
Alta confiabilidad	Sensor avanzado para TVOC con respuesta estable.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 7. Características Generales del Producto

Propiedad	Descripción
Parámetros detectados	PM1,0, PM2,5, PM10, CO ₂ , TVOC y HCHO.
Pantalla	LCD a color de 2.4 pulgadas.
Sistema de ventilación	Ventilador silencioso con flujo de aire activo.
Batería	Duración continua superior a 4 horas.
Curvas de tendencia	Muestra variaciones de los valores medidos en el tiempo.
Memoria externa	Soporte para tarjeta TF con capacidad de más de 10,000 registros.
Dimensiones	65 × 140 × 40 mm.
Peso	220 g.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 8. Especificaciones Técnicas

Parámetro	Especificación
Modelo	BR-SMART
Marca	BLATN
Dimensiones	143 × 69 × 43 mm
Peso	220 g
Alimentación	Batería de litio de 2200 mAh con carga USB
Pantalla	LCD a color
Idiomas disponibles	Inglés
Almacenamiento	Tarjeta TF externa con exportación a computadora

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 9. Métodos de Medición y Rangos

Sustancia	Método	Rango / Resolución
PM _{1,0} / PM _{2,5} / PM ₁₀	Dispersión de luz	0–999 µg/m ³ Resolución: 1 µg/m ³
CO ₂	Sensor NDIR	400–2000 ppm Resolución: 1 ppm
Formaldehído (HCHO)	Sensor electroquímico	0–1.0 mg/m ³ Resolución: 0.001 mg/m ³
TVOC	Sensor semiconductor	0–9.99 mg/m ³ Resolución: 0.001 mg/m ³
Conteo de partículas (6 canales)	Sensor óptico	>0,3, >0,5, >1,0, >2,5, >5,0, >10 µm

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Instrucciones de Uso

- Para acceder al modo de conteo de partículas por 6 canales, presione el botón de curvas de datos.
- La tarjeta TF registra todos los parámetros obtenidos durante el monitoreo.
- Si el dispositivo ha estado inactivo por más de 7 días, es necesario ventilarlo durante 8 horas antes de utilizarlo.
- El tiempo de calentamiento del sensor varía entre 1 y 3 minutos en uso regular, y de 3 a 5 minutos tras un largo periodo sin uso.
- La batería requiere entre 4 y 5 horas para una carga completa con el dispositivo apagado.
- Para sesiones prolongadas de monitoreo, se recomienda el uso de una fuente de alimentación externa.

Se realizan mediciones en 4 días para confirmar la presencia de contaminación del aire en los puestos de trabajo.

A continuación se presenta las gráficas de los resultados de las mediciones realizadas en partes por millón (ppm).

Área de Soldadura:

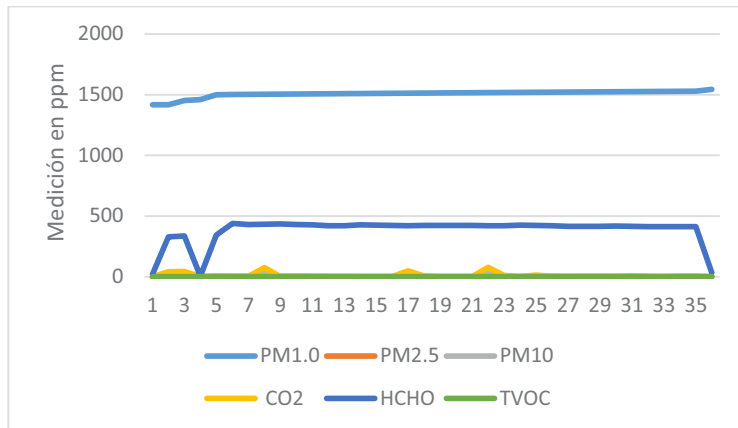


Gráfico 1. Medición de contaminación puesto de soldadura día 1.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

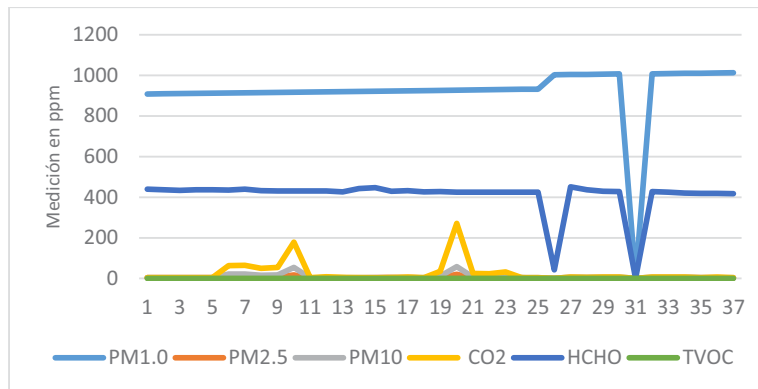


Gráfico 2. Medición de contaminación puesto de soldadura día 2.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

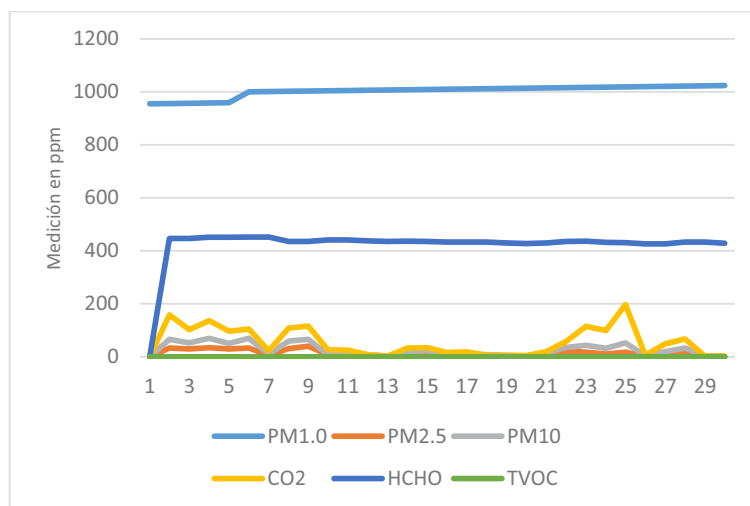


Gráfico 3. Medición de contaminación puesto de soldadura día 3.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

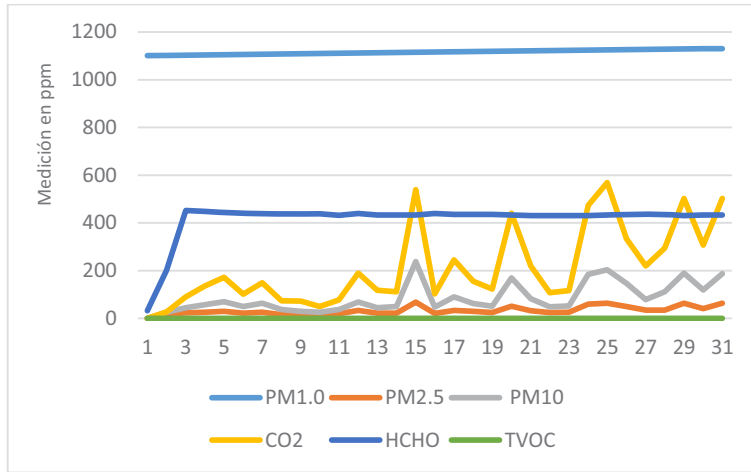


Gráfico 4. Medición de contaminación puesto de soldadura día 4.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Área de Corte:

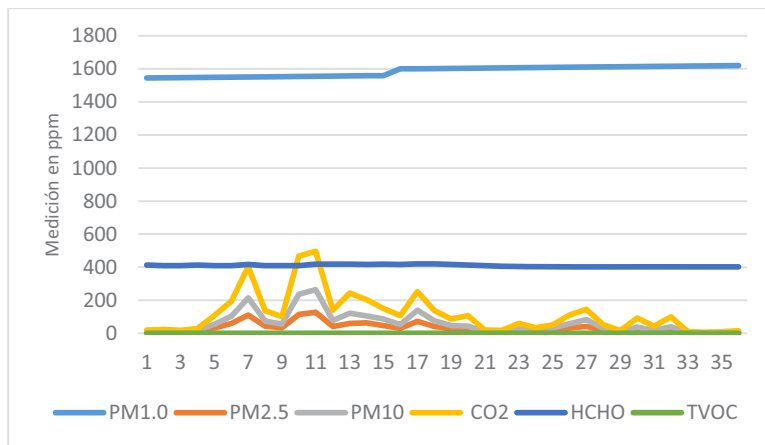


Gráfico 5. Medición de contaminación área de corte día 1.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

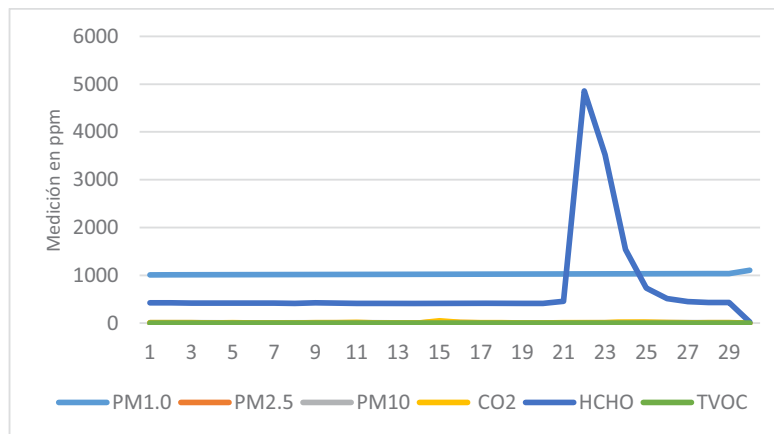


Gráfico 6. Medición de contaminación área de corte día 2.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

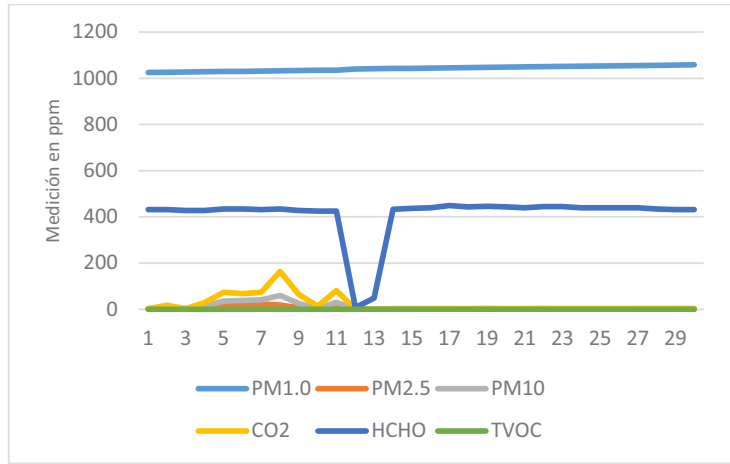


Gráfico 7. Medición de contaminación área de corte día 3.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

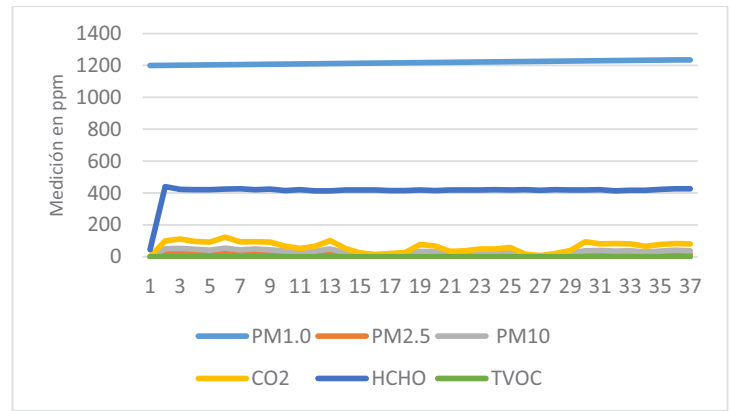


Gráfico 8. Medición de contaminación área de corte día 4.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Área de doblado:

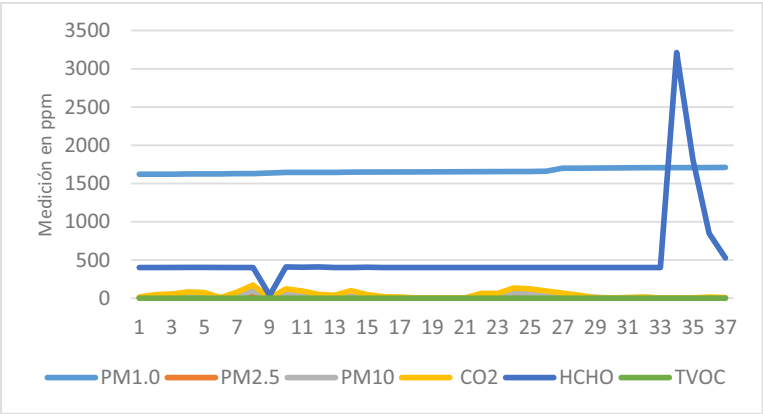


Gráfico 9. Medición de contaminación área de doblado día 1.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

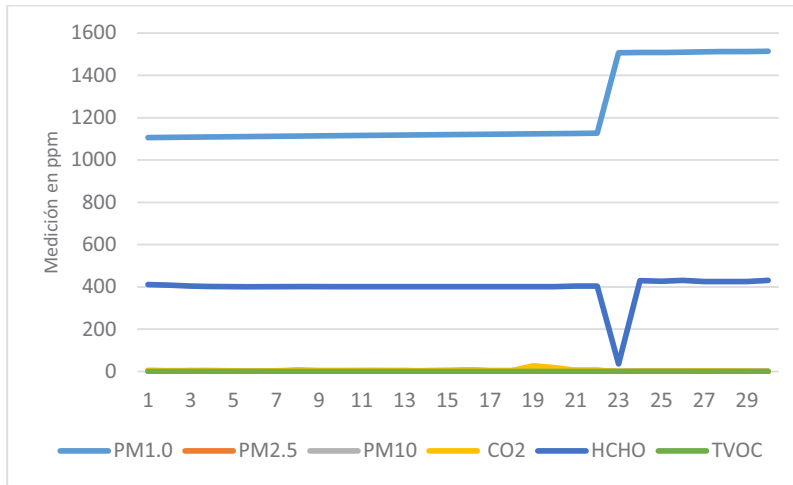


Gráfico 10. Medición de contaminación área de doblado día 2.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

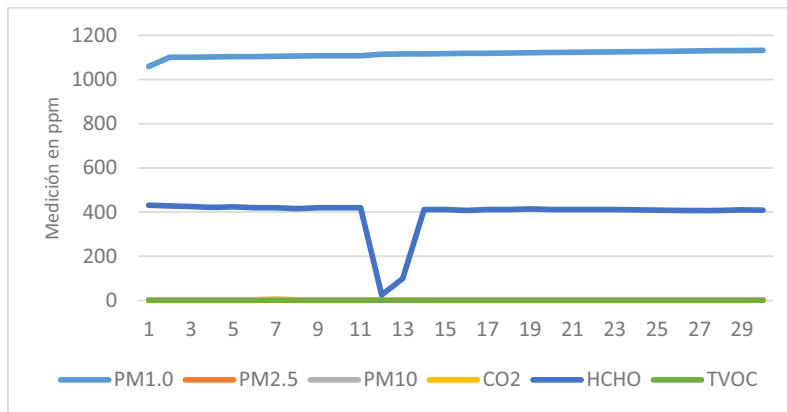


Gráfico 11. Medición de contaminación área de doblado día 3.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

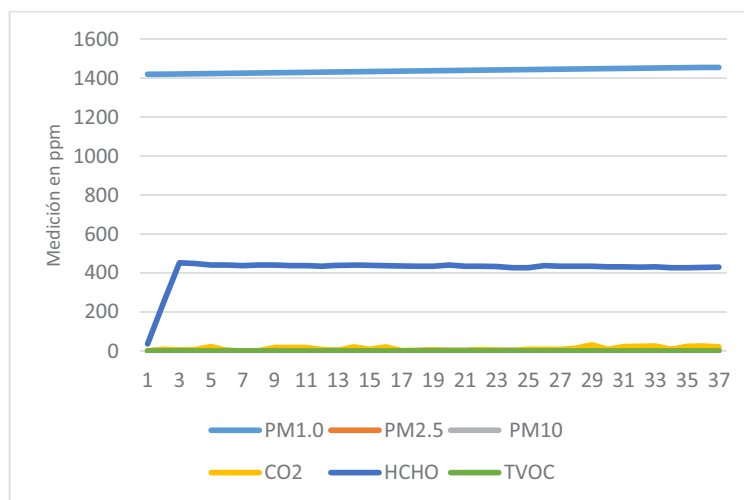


Gráfico 12. Medición de contaminación área de doblado día 4.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Área de pintura:

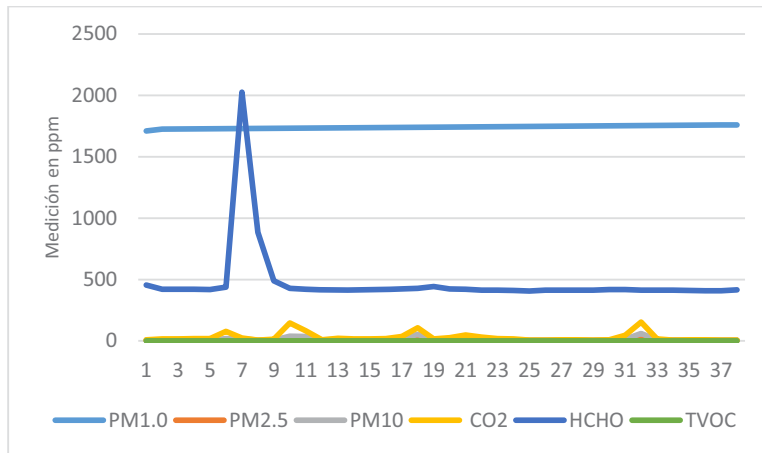


Gráfico 13. Medición de contaminación área de pintura día 1.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

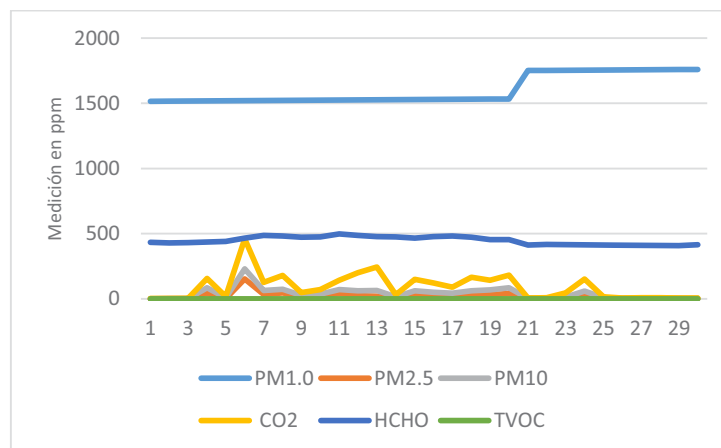


Gráfico 14. Medición de contaminación área de pintura día 2.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

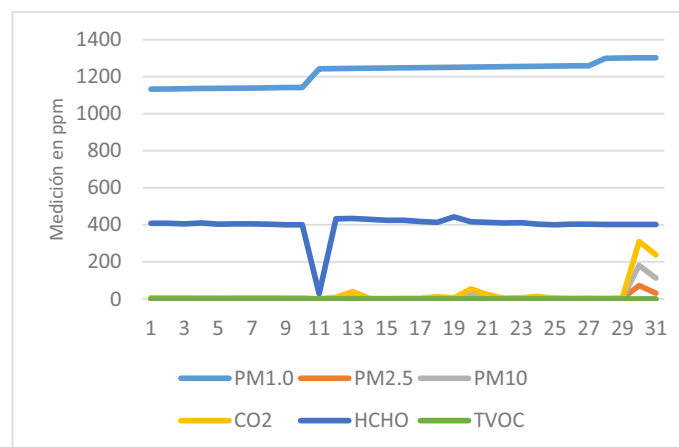


Gráfico 15. Medición de contaminación área de pintura día 3.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

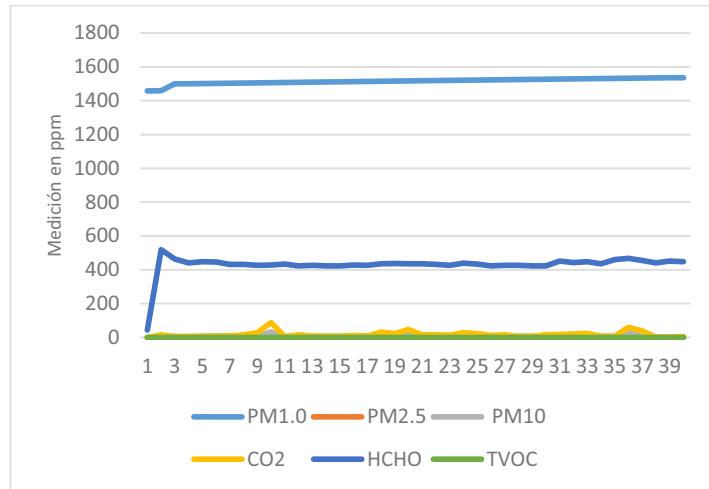


Gráfico 16. Medición de contaminación área de pintura día 4.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Área de estudio:

En esta presente tabla 10, encontraremos la respectiva información del área específica donde se realizará el presente estudio.

Tabla 10. Área de estudio.

Área de estudio	Delimitación del objeto del estudio
Línea de investigación:	Seguridad, Salud laboral y Ambiente
Campo:	Ingeniería industrial
Área	Bienestar Laboral y Ambiental
Aspecto	Riesgos Laborales
Espacial:	El estudio se realizó en los talleres Carrocerías Fabri.
Temporal:	Octubre 2025 – Febrero 2026

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Modelo operativo

El modelo operativo se presenta de acuerdo con el gráfico 17.

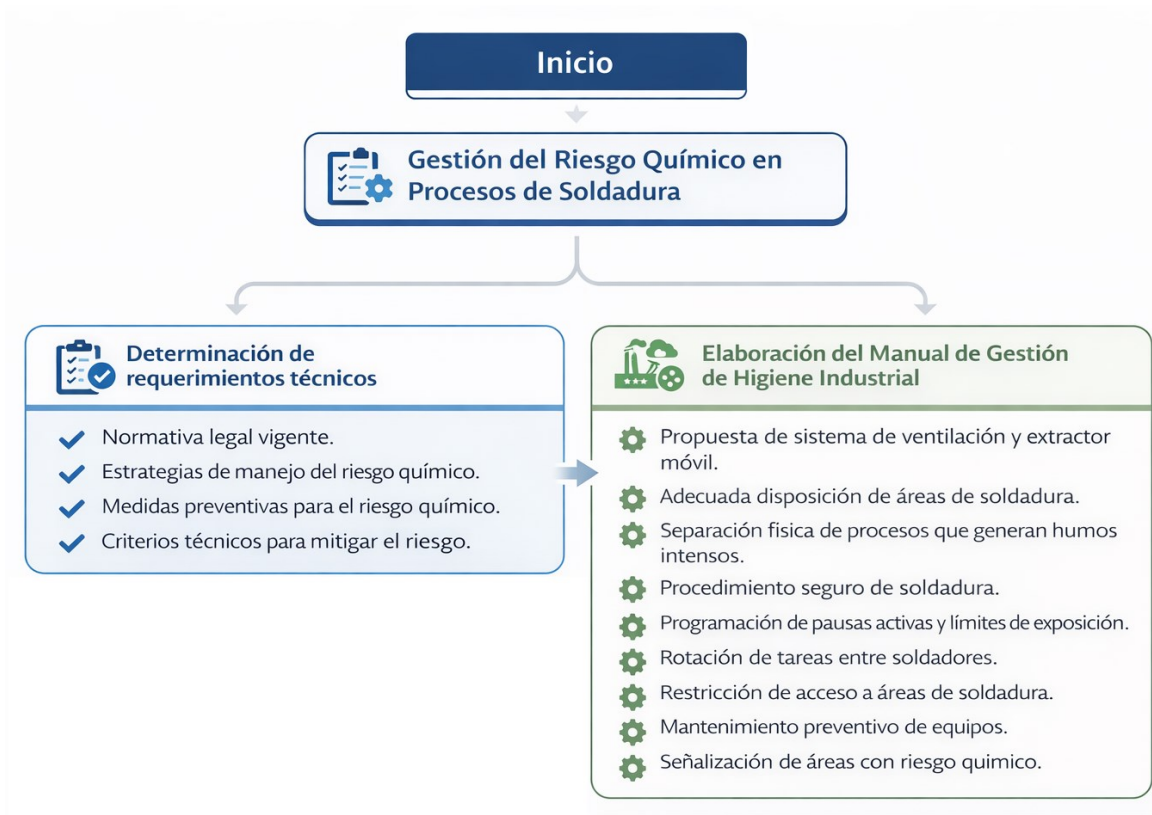


Gráfico 17: Modelo Operativo
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Desarrollo del modelo operativo

El modelo operativo se estructura en dos componentes principales orientados a garantizar una gestión eficiente del riesgo químico. Cada actividad está diseñada para proporcionar bases técnicas, normativa aplicable y lineamientos prácticos que permitan alcanzar resultados confiables en la gestión de higiene industrial.

1. Determinar requerimientos técnicos sobre la Gestión del riesgo Químico.

Se recopila y analiza información técnica y científica relacionada con la gestión del riesgo químico. Su intención es establecer los fundamentos conceptuales y normativos que guiarán el desarrollo del manual de higiene industrial.

Castejón Vilella & Sotorra (1982), del centro de investigación y Asistencia Técnica - Barcelona publicó que las actividades de soldadura se encuentran ampliamente difundidas en el sector industrial y como resultado de su ejecución, los trabajadores suelen estar expuestos de manera recurrente a humos y gases generados durante el proceso. Estos contaminantes tienen su origen en diversos elementos, como el material base o sus

recubrimientos, los insumos empleados en la soldadura (metal de aporte, fundentes, escorias, desoxidantes y gases de protección), así como en el propio aire del entorno, del cual se derivan sustancias como óxidos de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono.

La prevención de los riesgos asociados a esta exposición requiere evitar que los humos y gases alcancen la zona de respiración del soldador o, en caso de que lo hagan, que hayan sido previamente reducidos mediante sistemas de ventilación general o de extracción localizada. En este contexto, el propósito de esta nota es difundir los métodos más utilizados en Higiene Industrial para la prevención de los riesgos higiénicos vinculados a los procesos de soldadura.

La extracción localizada consiste en la captación directa de los contaminantes mediante aspiración en las inmediaciones del punto donde se generan, impidiendo su dispersión en el ambiente y reduciendo así la posibilidad de inhalación por parte del trabajador. Estos sistemas funcionan generando una corriente de aire cerca de la fuente emisora, capaz de arrastrar los humos producidos y mantener libre de contaminación la zona respiratoria del soldador. Los diseños propuestos permiten alcanzar velocidades de captación adecuadas, compatibles tanto con una eliminación eficaz de los contaminantes como con los requisitos de calidad propios de las operaciones de soldadura.

Cuando las tareas de soldadura requieren desplazamiento continuo del operario, como ocurre al trabajar con piezas de grandes dimensiones, no resulta viable utilizar mesas de soldadura fijas. En estas situaciones, es necesario emplear bocas de aspiración móviles de pequeño tamaño que puedan adaptarse al movimiento y a la ubicación del punto de trabajo. El caudal de aspiración requerido en este tipo de sistemas está estrechamente relacionado con la distancia existente entre la boca de captación y el foco de emisión de los humos. A medida que esta distancia aumenta, se incrementa el caudal necesario para garantizar una captación eficaz. Los valores habitualmente utilizados para estos casos se presentan en la tabla 11 correspondiente.

Tabla 11. Caudal de aspiración según distancia

Caudal de aspiración según distancia	
Caudal (m ³ /h)	Distancia (m)
200	0,1
750	0,2
1.650	0,3
3.000	0,4
4.500	0,5

Fuente: NTP 7: Soldadura. Prevención de Riesgos Higiénicos.

Es importante considerar que la velocidad de la corriente de aire generada por una campana de aspiración en el punto de soldadura disminuye de manera significativa a medida que se incrementa la distancia entre la boca de captación y el foco de emisión. En consecuencia, resulta fundamental que dicha distancia no supere la establecida en el cálculo del caudal de aspiración, ya que de ello depende el mantenimiento de la eficacia del sistema y la adecuada protección de la zona respiratoria del soldador.

Agentes químicos

Los agentes químicos que pueden estar presentes en las tareas de soldadura descritas son:

Procedentes del material base y del alma del electrodo

- Óxido de hierro (III): Fe₂O₃
- Óxido de manganeso (IV): MnO₂

Procedentes del revestimiento del electrodo:

- Ácido: Sílice amorfa (SiO₂)
- Básico: Fluorita (F₂Ca)
- Rutilo: Óxido de titanio (TiO₂)

Procedentes del recubrimiento del material base:

- Galvanizado: Óxido de zinc (ZnO)
- Pintado con minio: Monóxido de plomo (PbO) y Tetróxido de plomo (Pb₃O₄)

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, informa sobre los efectos sobre la salud. Si bien las actividades de soldadura implican diversos tipos de riesgos, en este apartado se abordan exclusivamente aquellos relacionados con los efectos adversos para la salud derivados de la inhalación de los agentes químicos previamente descritos.

Entre las principales afecciones asociadas se destacan las siguientes:

- **Neumoconiosis benigna (no fibrogénica):** Alteración ocasionada por la acumulación de partículas sólidas en los pulmones que, debido a su naturaleza, no provocan procesos fibróticos en el tejido pulmonar, por lo que su impacto sobre la función respiratoria es limitado. Un ejemplo típico de este tipo de neumoconiosis es la producida por el óxido de hierro.
- **Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC):** Comprende patologías como la bronquitis crónica y el enfisema. En esta enfermedad, los pulmones sufren un deterioro progresivo, permanente e irreversible, lo que reduce significativamente la calidad de vida al dificultar la respiración. Aunque el tabaquismo constituye la principal causa, se estima que alrededor del 15 % de los casos está relacionado con exposiciones laborales. Sustancias como el polvo de minas de carbón, la sílice, el polvo de harina, grano o madera, así como los humos metálicos y gases irritantes (óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre), pueden contribuir al desarrollo de EPOC.
- **Toxicidad sistémica:** Incluye un conjunto de efectos patológicos que afectan a órganos, aparatos o sistemas distintos al punto de entrada del agente químico. En los procesos de soldadura, destacan como tóxicos sistémicos el óxido de manganeso, que puede afectar al sistema nervioso central y al sistema reproductor, y los óxidos de plomo, con efectos sobre el sistema nervioso central, el sistema reproductor, la sangre y los riñones.
- **Irritación de las vías respiratorias:** Se manifiesta como inflamación de las estructuras del aparato respiratorio que entran en contacto con agentes químicos irritantes. En situaciones más severas, puede producirse un aumento de la resistencia al paso del aire o una disminución de la elasticidad pulmonar. Entre los principales irritantes respiratorios se encuentran los fluoruros y el óxido de titanio.
- **Fiebre de los humos metálicos:** Trastorno de carácter leve, cuyos síntomas se asemejan a los de un cuadro gripal, originado por la inhalación de determinados humos metálicos, especialmente los derivados del óxido de cinc y del cobre.

Normativa legal vigente

Legislación nacional e internacional referente al uso, almacenamiento, manipulación, transporte y eliminación de sustancias químicas peligrosas. Esto incluye leyes, decretos, reglamentos, fichas de seguridad (FDS), normas específicas de higiene industrial y directrices de organismos como la OIT, OSHA, UNE-EN, ISO y la normativa local. La información servirá como base para identificar obligaciones legales y requisitos técnicos de cumplimiento (Enrique et al., 2023).

Decreto ejecutivo 255.

En el Decreto Ejecutivo 255, que contiene el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, se establecen definiciones y medidas de control estrictas respecto al riesgo químico y la contaminación en el entorno laboral (Guzman Galarza et al., 2025).

Definiciones y Clasificación

- Agente químico: Se define como todo elemento o compuesto químico que puede presentar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades físico-químicas, químicas o toxicológicas, y según la forma en que se utiliza o se halla presente en el trabajo.
- Riesgo químico: Estos riesgos son producidos por la exposición a agentes químicos, ya sean naturales o sintéticos, que pueden causar efectos nocivos en los trabajadores.
- Contaminantes del ambiente laboral: Son agentes biológicos, físicos o químicos capaces de modificar las condiciones del ambiente de trabajo que, por sus propiedades, concentración y tiempo de exposición, pueden alterar la salud de los empleados.
- Higiene del trabajo: Se establece como la técnica preventiva dedicada a la identificación, evaluación y control de los factores contaminantes químicos (entre otros) presentes en el ambiente laboral.

Gestión y Control de Riesgos Químicos

- Jerarquía de medidas de prevención: El decreto determina que las medidas para evitar o minimizar los accidentes y enfermedades profesionales por agentes químicos deben seguir este orden de prioridad: 1) Eliminación, 2) Sustitución, 3) Control de ingeniería, 4) Control administrativo, y 5) Control sobre el trabajador (uso de EPP).
- Límites de exposición: Los criterios y límites de exposición a agentes químicos deben acogerse a la normativa técnica nacional vigente; en caso de no existir, se aplicarán normas internacionales reconocidas.
- Trabajos con productos tóxicos: Se clasifican así los trabajos habituales donde se manipulen productos químicos que superen los límites máximos permitidos de exposición, requiriendo el uso obligatorio de Equipos de Protección Personal (EPP).
- Toxicología laboral: El reglamento reconoce esta ciencia para analizar los efectos en la salud de los trabajadores que tienen exposición a sustancias y materiales tóxicos o químicos en su lugar de trabajo.

Responsabilidades y Funciones

- El profesional médico: Tiene la función de participar en la identificación y evaluación de los riesgos químicos y proponer controles específicos para evitar daños a la salud de los trabajadores.
- El técnico de seguridad e higiene: Debe realizar estudios de higiene del trabajo para prevenir y controlar los riesgos laborales mediante la eliminación, sustitución o controles de ingeniería y administrativos de los contaminantes químicos.
- Vigilancia de la salud: Se requiere la recopilación y análisis de datos para detectar anomalías relacionadas con la exposición a factores de riesgo químico, incluyendo evaluaciones médicas individuales y colectivas.

Otras normativas.

OIT – Organización Internacional del Trabajo

Fundada en 1919, la OIT promueve condiciones de trabajo dignas y seguras. En salud ocupacional, su enfoque se centra en la prevención y control de contaminantes del aire mediante convenios y recomendaciones (Sakabe, 1978)

La OIT no publica valores numéricos propios de exposición; recomienda que los países adopten límites basados en evidencia (por ejemplo, TLV/REL/PEL) y prioriza la jerarquía de control: eliminar/sustituir, control en la fuente, ventilación, administrativos y EPP (Ossa Vega, 2019).

En la tabla 12, se presentan los criterios de evaluación recomendados por la Organización Internacional del Trabajo.

Tabla 12. Criterios de evaluación recomendados de OIT.

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
Identificación del peligro	Inventario de procesos (SMAW, GMAW, FCAW, TIG), consumibles y metales base; revisar SDS.	Clasificar contaminantes probables (Mn, Cr(VI), Ni, NOx, O3, PM respirable).
Evaluación higiénica	Muestreo personal en zona respiratoria + evaluación de ventilación/extracción.	Comparar con límites adoptados (ACGIH/NIOSH/OSHA) y priorizar controles de ingeniería.
Vigilancia de la salud	Protocolos médicos según metal y exposición (p.ej., respiratorio y neurológico para Mn).	Ajustar controles y aptitud laboral; reforzar capacitación.

Fuente: Organización Internacional del Trabajo.

OSHA (EE. UU.) – Occupational Safety and Health Administration

La OSHA Creada en 1970, establece requisitos legales y límites permisibles de exposición (PEL) para contaminantes laborales. En soldadura, aplica límites para mezclas (humos totales) y para constituyentes específicos como se presenta en las tablas 13 y 14 (Rodríguez et al., 2023).

Tabla 13. Valores OSHA (PEL) relevantes en soldadura:

Agente / Parámetro	Límite	Tipo de límite	Notas de aplicación
Humos de soldadura (total fume)	5 mg/m ³	TWA 8 h (referencia OSHA a 29 CFR 1910.1000)	Aplica como límite para concentración total de humo en ciertos escenarios; evaluar además constituyentes específicos.
Cromo (VI)	5 µg/m ³	TWA 8 h (29 CFR 1910.1026)	Incluye requisitos de determinación de exposición y medidas de control.
Nivel de acción Cr(VI)	2,5 µg/m ³	Action Level 8 h	Obligaciones del estándar (p. ej., monitoreo y controles).
Manganeso (compuestos y humo, como Mn)	5 mg/m ³	Ceiling (techo)	No debe excederse en ningún momento durante la exposición.

Fuente: OSHA

Tabla 14. Criterios de evaluación (OSHA):

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
TWA 8 horas	Promedio ponderado en el tiempo (exposición personal) en turno de 8 h.	Si excede PEL → controles inmediatos (ingeniería/administrativos) + programa respiratorio.
Ceiling (C)	Concentración no debe superar el valor en ningún momento (o según método aplicable).	Si se supera → acción correctiva inmediata; revisar extracción localizada y proceso.
Action Level (CrVI)	Si la exposición ≥ 2,5 µg/m ³ TWA 8 h.	Aumentar frecuencia de monitoreo, controles y vigilancia médica según el estándar de Cr(VI).

Fuente: OSHA

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists

Organización fundada en 1938, ACGIH publica valores límite umbral (TLV) como guía técnica basada en evidencia. No es una norma legal por sí misma, pero es referencia ampliamente usada en higiene industrial (Shedd, 2022). Se presenta en la tabla 15 y 16.

Tabla 15. Valores ACGIH (TLV):

Agente / Parámetro	Límite	Tipo de límite	Notas de aplicación
Humos de soldadura (no específicos)	5 mg/m ³	TLV–TWA	Usar como guía general; priorizar evaluación por constituyentes (Mn, Cr(VI), Ni) según consumible y metal base.
Manganeso (elemental e inorgánico, como Mn)	0,1 mg/m ³ (inhalable)	TLV–TWA	También existe TLV–TWA 0,02 mg/m ³ para fracción respirable.

Fuente: (ACGIH) American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Tabla 16. Criterios de evaluación (ACGIH):

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
TLV–TWA	Promedio ponderado (típicamente 8 h).	Si se acerca o excede: optimizar controles de ingeniería y repetir muestreo.
Fracciones inhalable/respirable	Seleccionar el tren de muestreo correcto (inhalable vs respirable) según TLV.	Evita subestimar Mn y partículas finas; ajustar método y caudal de muestreo.
Mezclas	Evaluar fume total + metales críticos; considerar aditividad cuando aplique.	Priorizar metal más restrictivo (p. ej., Cr(VI)) y rediseñar extracción localizada.

Fuente: (ACGIH) American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

ISO – Organización Internacional de Normalización

La ISO fundada en 1947, desarrolla estándares internacionales. Para soldadura, la serie ISO 15011 define métodos para medir emisiones de humos/partículas y evaluar la eficacia de extracción localizada. ISO aporta el cómo medir, más que valores límite (Alvarez, 2023), se indica en la tabla 17.

Tabla 17. Criterios de evaluación (ISO, enfoque metodológico):

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
Método estandarizado de medición	Aplicar procedimientos de ISO 15011 para muestreo y determinación de humos/partículas.	Asegura comparabilidad y trazabilidad de resultados.
Eficiencia de extracción	Medir reducción de concentración con extracción localizada vs sin extracción.	Optimizar diseño (campana, caudal, distancia, mantenimiento).
Caracterización del fume	Cuantificar masa y, cuando corresponda, composición del fume.	Enfocar controles en constituyentes críticos (Cr(VI), Ni, Mn).

Fuente: ISO 15011.

NIOSH (CDC, EE. UU.) – National Institute for Occupational Safety and Health.

La National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH (1970), es un organismo científico que emite recomendaciones (REL) y guías basadas en investigación. En soldadura, destaca por límites recomendados y de efectos neurológicos (Howard, 2024), se presenta en la tabla 18 y 19.

Tabla 18. Valores NIOSH (REL) frecuentes en soldadura:

Agente / Parámetro	Límite	Tipo de límite	Notas de aplicación
Manganeso	1 mg/m ³ (TWA) y 3 mg/m ³ (STEL)	REL	Valores citados por NIOSH para Mn en contexto de humos de soldadura.

Fuente: National Institute for Occupational Safety and Health.

Tabla 19. Criterios de evaluación (NIOSH):

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
REL (TWA/STEL)	Comparar exposiciones personales con REL TWA y STEL según duración.	Si supera REL: reforzar controles de ingeniería; considerar cambios de proceso y selección de consumibles.
Enfoque preventivo	Usar REL como 'objetivo' incluso si los PEL legales son menos estrictos.	Gestión proactiva: reduce probabilidad de enfermedad ocupacional y reclasificaciones futuras.

Fuente: National Institute for Occupational Safety and Health.

Unión Europea (UE) – Directivas de agentes químicos y carcinógenos.

La Unión Europea consolidó un marco normativo mediante directivas como 98/24/CE para agentes químicos y 2004/37/CE para carcinógenos/mutágenos. En años recientes, se han fijado límites vinculantes (BOELV) para sustancias relevantes en soldadura, como compuestos de Cr(VI) y compuestos de níquel (Berger, 2025). Se muestra en las tablas del 20 a la 22.

Tabla 20. Valores UE (BOELV) relevantes para soldadura.

Agente / Parámetro	Límite	Tipo de límite	Notas de aplicación
Compuestos de Cromo (VI) (como Cr)	0,025 mg/m ³	BOELV (transitorio) – 8 h	Aplicable a soldadura/plasma u procesos similares generadores de humo hasta 17-ene-2025.
Compuestos de Cromo (VI) (como Cr)	0,005 mg/m ³	BOELV – 8 h	Límite general posterior al periodo transitorio.
Compuestos de Níquel	0,01 mg/m ³ (respirable) y 0,05 mg/m ³ (inhalable)	BOELV – 8 h	Límites introducidos en la Directiva (UE) 2022/431 (fracciones respirable e inhalable).

Fuente: Unión Europea (UE).

Tabla 21. Criterios de evaluación (UE)

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
Evaluación del riesgo químico	Identificar carcinógenos/reprotox y justificar controles aplicados.	Priorizar sustitución y control colectivo; documentar medidas.
BOELV 8 h	Comparación de exposición personal con BOELV (8 h).	Si excede: plan correctivo, mejora de extracción, revisión de procesos y EPP como última barrera.
Carcinogenicidad del humo	Considerar humos de soldadura como riesgo relevante (p. ej., para aceros inox con Cr/Ni).	Programas de control reforzados, vigilancia y capacitación específica.

Fuente: Unión Europea (UE).

Tabla 22. Tipos de límite:

Criterio	Cómo se evalúa	Acción recomendada
TWA	Promedio ponderado en el tiempo (normalmente 8 h).	Controlar exposiciones crónicas; diseñar ventilación para mantener TWA bajo el límite.
STEL	Promedio en corto plazo (típicamente 15 min).	Controlar picos; revisar captación local durante tareas críticas.
Ceiling (C)	No debe excederse en ningún momento.	Acción inmediata si se supera; puede requerir parada de tarea hasta corregir control.
Action Level	Nivel que activa requisitos adicionales (p. ej., monitoreo, vigilancia).	Gestionar proactivamente antes de llegar al PEL/BOELV.

Fuente: Unión Europea (UE).

Determinar estrategias de manejo de riesgo químico.

Se establece una metodología sistemática para la evaluación y gestión del riesgo químico, diseñada conforme a los principios y procedimientos de la Higiene Industrial, cuyo objetivo es identificar, analizar y controlar la exposición de los trabajadores a agentes químicos peligrosos presentes en los procesos productivos. Esta metodología permite evaluar de manera estructurada las condiciones reales de trabajo, considerando las fuentes de emisión, las vías de exposición y la población expuesta, con el fin de prevenir efectos adversos sobre la salud. Para el desarrollo del presente estudio se adopta el método cualitativo de Control Banding (de los Pinos et al., 2023), orientado a la gestión preventiva del riesgo químico. Este enfoque facilita la clasificación del nivel de peligrosidad de las sustancias y de las tareas asociadas, así como la estimación del potencial de exposición por inhalación de contaminantes, permitiendo definir de forma técnica y proporcional las medidas de control más adecuadas para cada operación. Mediante la aplicación de este método, se priorizan los controles de ingeniería y las acciones preventivas, con el propósito de reducir la exposición ocupacional a niveles aceptables, incluso en escenarios donde la información cuantitativa es limitada o el monitoreo ambiental no se encuentra disponible.

Consta de cuatro fases:

1. Determinar la banda de peligrosidad en función de las frases R o indicaciones de peligro H de la sustancia.
2. Determinar la exposición potencial a partir de la tendencia a pasar al ambiente y de la cantidad utilizada por operación.

3. Calcular el nivel de riesgo potencial.
4. Obtener la estrategia o nivel de control requerido en función del nivel de riesgo potencial.

Identificar medidas preventivas para el riesgo químico

Se recopilarán medidas preventivas enfocadas en la reducción de la exposición a contaminantes químicos. Estas incluyen controles de ingeniería (ventilación, extracción localizada, contención), controles administrativos (protocolos, señalización, capacitación) y medidas de protección personal, entre las recomendaciones de las organizaciones se analiza las siguientes propuestas técnicas:

Organización Internacional del Trabajo (OIT):

- Extracción localizada,
- Ventilación general,
- Mantenimiento preventivo,
- Capacitación,
- Vigilancia médica.

Propuestas técnicas (OSHA):

- Extracción localizada en el punto de generación,
- Sustitución de consumibles con menor emisión cuando sea viable,
- Segregación/cabinas y ventilación general,
- Capacitación y SDS,
- Selección de respiradores certificados según riesgo y ajuste (fit test),
- Verificación periódica por monitoreo.

Propuestas técnicas (ACGIH):

- Campañas de muestreo por tarea (task-based) y por turno,
- Evaluación de fracciones de polvo,
- Validación de captación (velocidad de captura y distancia campana-arco), y mejora basada en resultados.

Propuestas técnicas (ISO):

- Estandarizar protocolos de medición,
- Validar desempeño de extracción localizada,
- Documentar mantenimiento/calibración de instrumentos.

Propuestas técnicas (NIOSH):

- Intervención temprana,
- Extracción localizada prioritaria,
- Monitoreo periódico,
- Programas de vigilancia (respiratoria y neuroconductual cuando corresponda).

Propuestas técnicas (UE):

- Sustitución de procesos/consumibles cuando sea viable, C
- Controles de ingeniería obligatorios en carcinógenos,
- Monitoreo periódico,
- Gestión documentada (evaluación del riesgo, procedimientos, formación y auditoría).

Establecer criterios técnicos para mitigar el riesgo

A partir de la información recopilada se construirán criterios técnicos que orienten la selección de medidas de control. Estos criterios se basarán en niveles permitidos de exposición, parámetros toxicológicos, límites umbral, frecuencias de monitoreo, selección de equipos de medición y lineamientos de respuesta ante emergencias químicas.

2. Elaboración del Manual de Gestión de Higiene Industrial

Esta etapa consiste en la construcción de un documento técnico que integre todos los lineamientos, estrategias, protocolos y criterios definidos en la fase anterior. El manual servirá como guía práctica para la prevención, control y mitigación del riesgo químico.

Conceptos principales de higiene industrial de prevención

Esta actividad incluye la redacción dentro del manual de conceptos fundamentales relacionados con la higiene industrial, entre ellos la definición de contaminantes químicos, mecanismos de exposición, efectos en la salud y tipologías de riesgo. Se establecerán bases teóricas claras que faciliten la comprensión del personal y sirvan de soporte para las acciones preventivas.

Desarrollo de buenas prácticas de manufactura y seguridad en los puestos de trabajo

En el manual se presentarán procedimientos operativos estandarizados que incluyan pautas para el manejo seguro de sustancias químicas, metodologías de almacenamiento, rotulación adecuada, organización del puesto de trabajo, manipulación segura y buenas prácticas de manufactura (BPM). También se definirán requisitos de capacitación y comportamientos seguros.

Establecer medidas preventivas al riesgo químico

Se seleccionarán e integrarán los controles más efectivos para gestionar la exposición química: ingeniería (ventilación, barreras físicas, extracción), administrativos (registros, permisos de trabajo, protocolos de limpieza, inspecciones) y uso adecuado de EPP. Cada medida será descrita con instrucciones de aplicación y criterios de verificación.

Cronograma de aplicación de la propuesta

Se diseñará un cronograma estructurado que detalle las fases, actividades, tiempos estimados, responsables y recursos requeridos para la implementación del manual. Este cronograma permitirá realizar un seguimiento continuo del avance y verificar el cumplimiento de cada etapa

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

La presente propuesta tiene como finalidad el desarrollo de un producto tangible, consistente en un Manual para la Gestión del Riesgo Químico, orientado específicamente a las condiciones operativas de la empresa Carrocerías Fabri, ubicada en la parroquia Cunchibamba del cantón Ambato. Esta empresa desarrolla actividades propias del sector metalmeccánico, tales como procesos de corte, armado, estructurado y soldadura en la fabricación de furgones y plataformas, los cuales constituyen fuentes relevantes de generación de contaminantes químicos en el ambiente laboral.

El manual propuesto se concibe como una herramienta técnica y preventiva que permitirá identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados a dichos procesos, alineándose con los principios de la higiene industrial y la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Durante la ejecución de las actividades productivas, los procesos de soldadura eléctrica y autógena generan una mezcla compleja de humos metálicos, gases y partículas finas, producto de la vaporización del metal base y de los materiales de aporte. Estos contaminantes son liberados directamente en la zona de respiración de los trabajadores, siendo los tres soldadores que operan en las áreas de estructurado y armado el grupo ocupacional con mayor nivel de exposición. La inhalación continua de estos agentes representa un riesgo significativo para la salud, debido a la presencia de metales como hierro, manganeso y zinc, así como a la fracción respirable del material particulado, capaz de penetrar profundamente en el sistema respiratorio.

A pesar de la naturaleza peligrosa de estos procesos, Carrocerías Fabri no dispone actualmente de un Manual de Gestión de Higiene Industrial, ni de procedimientos estandarizados para el control de la exposición a humos de soldadura. Adicionalmente, Carrocerías Fabri no disponía de mediciones ambientales sistemáticas previo al presente estudio, el cual realizó mediciones directas como diagnóstico inicial, esta situación

incrementa la probabilidad de que los trabajadores desarrollen enfermedades respiratorias, intoxicaciones agudas y efectos crónicos asociados a la exposición a metales, evidenciando la necesidad urgente de implementar una gestión técnica, preventiva y sistemática del riesgo químico.

A continuación, se presenta la propuesta:

Manual de Higiene Industrial Gestión del Riesgo por Humo de Suelta.

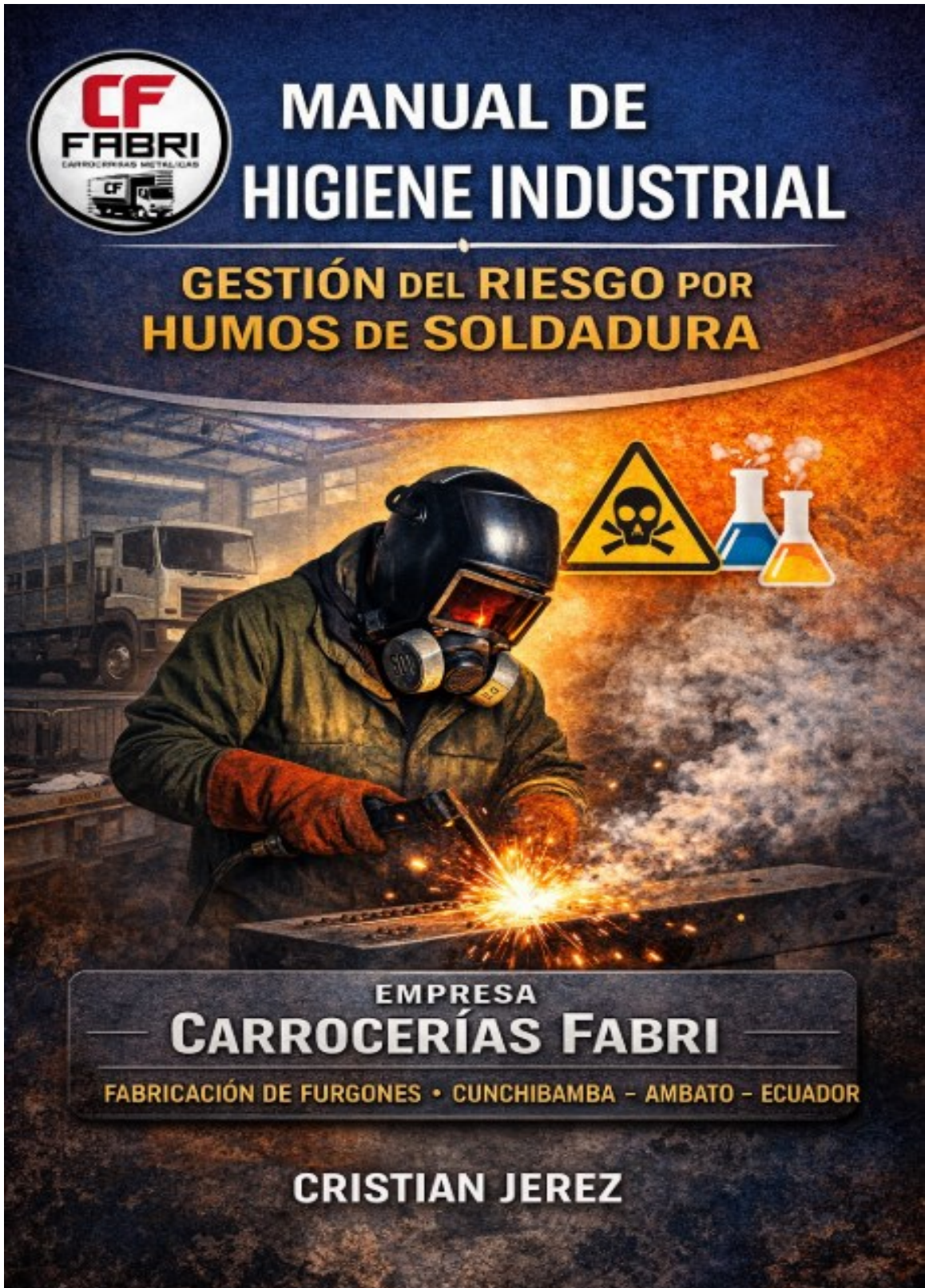


Imagen 8. Portada de la propuesta.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Introducción de la propuesta metodológica:

En los últimos años, el sector industrial ha experimentado un crecimiento sostenido y una creciente complejidad en sus procesos productivos, particularmente en actividades metalmeccánicas que involucran operaciones de soldadura. Este desarrollo ha venido acompañado de una mayor generación y uso de agentes químicos peligrosos, lo que ha impulsado la evolución de la gestión del riesgo químico dentro del marco de la higiene industrial. Los constantes cambios normativos, la exposición simultánea a múltiples contaminantes, la presencia de agentes químicos en concentraciones variables y, en muchos casos, la ausencia de valores límite de exposición claramente definidos, han planteado importantes desafíos para las empresas, especialmente para las pequeñas y medianas industrias.

El presente Manual de Higiene Industrial ha sido desarrollado específicamente para la empresa Carrocerías Fabri, ubicada en la parroquia Cunchibamba del cantón Ambato, dedicada a la fabricación de furgones y plataformas metálicas para el sector automotriz y de transporte. Las actividades productivas que se desarrollan en la empresa incluyen procesos de corte, armado, estructurado y soldadura, los cuales generan humos de soldadura, gases y material particulado que representan un riesgo químico para la salud de los trabajadores.

En cumplimiento de lo establecido en el Decreto Ejecutivo N.º 255, que obliga a los empleadores a identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales, este manual se fundamenta en los principios de la Higiene Industrial, integrando metodologías cualitativas y semi-cuantitativas para la gestión del riesgo químico. Su finalidad es proporcionar a Carrocerías Fabri una herramienta técnica, preventiva y aplicable, que permita reducir la exposición ocupacional a humos de soldadura y garantizar condiciones de trabajo seguras durante la fabricación de furgones.

En este contexto, la evaluación del riesgo químico asociado a los humos de soldadura respirable se convierte en una prioridad, debido a los potenciales efectos adversos sobre la salud de los trabajadores. La complejidad de estas exposiciones se ve incrementada por la coexistencia de diversos metales y compuestos químicos como hierro, manganeso, zinc, cromo y níquel, así como por la variabilidad de los procesos de soldadura, los materiales utilizados y las condiciones operativas. Adicionalmente, la limitada disponibilidad de estudios toxicológicos específicos y la dificultad de realizar mediciones ambientales sistemáticas han evidenciado la necesidad de contar con herramientas prácticas y eficaces para la gestión preventiva del riesgo químico.

Como respuesta a estos retos, se han desarrollado y consolidado diversas estrategias metodológicas cualitativas, entre las que destacan los métodos conocidos como Control Banding o bandas de control, inicialmente aplicados en laboratorios químicos y en la industria farmacéutica. Estos métodos surgieron ante la dificultad de evaluar riesgos derivados de la exposición a un gran número de sustancias, utilizadas en pequeñas cantidades y sin valores límite de exposición disponibles.

En la literatura técnica y científica, estas herramientas son denominadas indistintamente como métodos cualitativos, semi-cuantitativos o simplificados, y se caracterizan por su enfoque preventivo y su aplicabilidad en entornos industriales donde la información cuantitativa es limitada. En contraste, existen también modelos cuantitativos de estimación de la exposición, los cuales permiten obtener resultados numéricos precisos, aunque suelen requerir mayor disponibilidad de datos, recursos técnicos y capacidad operativa. En este marco, el presente manual adopta un enfoque práctico e integrado, combinando los principios del Control Banding, la GTC 45 y la higiene industrial, con el objetivo de proporcionar una herramienta eficaz para la gestión del riesgo químico por humos de soldadura en entornos metalmecánicos.

En el contexto ecuatoriano, la gestión del riesgo químico en los ambientes laborales se enmarca principalmente en lo establecido en el Decreto Ejecutivo N.º 255, que regula el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo y obliga a los empleadores a identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales, incluidos aquellos derivados de la exposición a agentes químicos peligrosos. Este marco normativo exige la adopción de metodologías técnicas que permitan evaluar los riesgos de manera preventiva, sistemática y documentada, especialmente en actividades industriales donde se generan contaminantes como humos de soldadura, gases y material particulado.

En respuesta a estos requerimientos legales y técnicos, se han desarrollado y aplicado metodologías cualitativas de evaluación del riesgo químico, cuyo objetivo principal es facilitar el cumplimiento normativo y mejorar la gestión preventiva en las empresas, particularmente en aquellas que no disponen de información cuantitativa suficiente. Entre estas metodologías destacan los enfoques de Control Banding o bandas de control, los cuales permiten estimar el nivel de riesgo potencial mediante la combinación del grado de peligrosidad del agente químico y el nivel de exposición, asociando a cada escenario un nivel de control y una prioridad de acción. Este tipo de herramientas resulta especialmente útil en el contexto ecuatoriano, donde muchas pequeñas y medianas

industrias carecen de mediciones ambientales sistemáticas, pero deben igualmente garantizar condiciones de trabajo seguras conforme a la normativa vigente.

Disposiciones Generales

El contenido del presente Manual de Gestión de Higiene Industrial para la exposición a humos de soldadura es de carácter confidencial y constituye un documento interno de Carrocerías Fabri, destinado exclusivamente a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo dentro de la empresa.

El presente manual no podrá ser retirado de las instalaciones de Carrocerías Fabri, ni se permitirá la reproducción total o parcial, ni la entrega de extractos de este a empresas externas o a personas ajenas a la organización, sin la autorización expresa y por escrito de la Gerencia de Carrocerías Fabri.

Sin perjuicio de su carácter confidencial, este documento se encuentra a disposición de todos los trabajadores de Carrocerías Fabri que requieran consultarlo, con el propósito de fortalecer la cultura preventiva y el cumplimiento de las disposiciones en materia de higiene industrial y control del riesgo químico.

Las copias controladas del presente manual se mantienen en formato digital protegido, bajo la custodia del responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo, garantizando la integridad del contenido, la trazabilidad de las versiones y su disponibilidad para procesos de capacitación, supervisión y auditoría del IESS.

Objetivo general de la propuesta.

Establecer un sistema de gestión de higiene industrial para la empresa Carrocerías Fabri, orientado a prevenir, controlar y reducir la exposición a humos de soldadura y material particulado generados durante la fabricación de furgones.

Objetivos específicos de la propuesta.

- Identificar los riesgos químicos presentes en los procesos de fabricación de furgones.
- Evaluar el nivel de exposición de los trabajadores a humos de soldadura.
- Valorar el riesgo conforme a criterios técnicos y normativos.
- Definir medidas de control jerarquizadas aplicables a Carrocerías Fabri.

- Establecer documentos y registros para la gestión y auditoría del riesgo químico.

Alcance y aplicación

Este manual aplica a todos los procesos productivos de Carrocerías Fabri relacionados con la fabricación de furgones y plataformas metálicas, incluyendo:

- Corte de perfiles y planchas metálicas
- Armado y estructurado de furgones
- Soldadura eléctrica y autógena
- Acabados metálicos

Aplica a:

- Soldadores
- Ayudantes de soldadura
- Personal operativo expuesto directa o indirectamente

Marco normativo y referencial

Normativa ecuatoriana

- Decreto Ejecutivo N.º 255
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores
- Normativa del IESS en SST

Normativa y guías internacionales

- GTC 45
- ACGIH – TLV
- NIOSH – REL y métodos de muestreo
- ISO 15011 – Humos de soldadura
- OSHA 29 CFR 1910

PROCESO PRODUCTIVO EN CARROCERÍAS FABRI

Carrocerías Fabri es una empresa ecuatoriana del sector metalmecánico dedicada a la fabricación de furgones, plataformas y estructuras metálicas para transporte, ubicada en la parroquia Cunchibamba del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Su desarrollo se inscribe dentro del reconocido polo industrial carrocerero de la región central del país, caracterizado por una fuerte tradición en la transformación del metal y la construcción de carrocerías para el transporte de carga.

Desde sus inicios, Carrocerías Fabri ha surgido como un emprendimiento de carácter familiar y técnico, orientado a brindar soluciones funcionales, resistentes y adaptadas a las necesidades específicas de los clientes, principalmente del sector comercial y logístico. La empresa ha consolidado su actividad productiva a través de procesos como corte, armado, estructurado y soldadura, que constituyen el núcleo de la fabricación de furgones, permitiéndole responder de manera eficiente a los requerimientos del mercado local y regional.

A lo largo de su trayectoria, Carrocerías Fabri ha experimentado un proceso progresivo de crecimiento y especialización, incorporando mejoras en sus métodos constructivos, materiales y acabados, así como fortaleciendo las competencias técnicas de su personal operativo. Este desarrollo ha estado acompañado de un enfoque práctico hacia la calidad del producto final, la durabilidad de las estructuras metálicas y el cumplimiento de las especificaciones solicitadas por los clientes, lo que ha contribuido a generar relaciones comerciales sostenidas y reconocimiento dentro del entorno productivo de Ambato.

Misión

Fabricar furgones y estructuras metálicas de transporte con altos estándares de calidad, funcionalidad y seguridad, satisfaciendo las necesidades de los clientes mediante procesos metalmecánicos eficientes, responsables y orientados a la mejora continua, contribuyendo al desarrollo productivo local.

Visión

Consolidarse como una empresa referente en la fabricación de furgones en la región central del Ecuador, reconocida por la calidad de sus productos, la confiabilidad de sus procesos y la implementación progresiva de buenas prácticas en seguridad, salud ocupacional y gestión industrial.

Higiene industrial para la gestión de riesgos por humo de solda.

El proceso de gestión del riesgo químico por humos de soldadura en Carrocerías Fabri inicia con la identificación detallada del proceso de soldadura utilizado en la fabricación de furgones y plataformas metálicas. En esta etapa se analizan las características técnicas de las operaciones metalmecánicas, tales como el tipo de soldadura empleada, los materiales base y de aporte, la duración de las tareas, el número de trabajadores involucrados y las condiciones del área de trabajo. Esta caracterización inicial permite

comprender el contexto real de exposición y constituye la base para una evaluación preventiva y sistemática del riesgo.

Posteriormente, se realiza la identificación de los agentes químicos peligrosos, conforme a los lineamientos establecidos en la GTC 45. Durante los procesos de soldadura se generan humos metálicos y material particulado respirable compuestos principalmente por hierro, manganeso, zinc y, en ciertos casos, cromo y níquel. Estos contaminantes, al encontrarse en suspensión en el aire, pueden ser inhalados por los trabajadores, representando un riesgo químico significativo para la salud. En esta etapa se identifican las fuentes de emisión, las vías de exposición y la población potencialmente expuesta, especialmente los soldadores que operan en las áreas de armado y estructurado de furgones.

Una vez identificados los agentes químicos, se procede a la medición y evaluación de la exposición, aplicando criterios propios de la higiene industrial. Dependiendo de la disponibilidad de recursos técnicos, esta evaluación puede realizarse mediante metodologías cualitativas como el Control Banding, o a través de mediciones ambientales cuando sea factible. El objetivo de esta fase es estimar el nivel de exposición de los trabajadores a los humos de soldadura, considerando el tiempo de exposición, la frecuencia de las tareas y las condiciones del entorno laboral, con el fin de contar con información técnica para la toma de decisiones.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la exposición son posteriormente comparados con los valores límite de referencia, tales como los TLV establecidos por la ACGIH, los PEL de OSHA, los REL de NIOSH o los BOELV utilizados en la Unión Europea, los cuales se emplean como criterios técnicos complementarios en el contexto ecuatoriano. Esta comparación permite determinar si las concentraciones estimadas o medidas superan los niveles considerados aceptables y, en consecuencia, establecer el grado de riesgo al que se encuentran expuestos los trabajadores de Carrocerías Fabri.

A continuación, se realiza la valoración del nivel de riesgo, integrando la información obtenida en las etapas anteriores. Esta valoración permite clasificar el riesgo como bajo, medio o alto, considerando tanto la peligrosidad de los agentes químicos como el nivel de exposición. En función de esta clasificación, se priorizan las acciones preventivas y

correctivas necesarias para reducir el riesgo, dando cumplimiento a los principios de prevención establecidos en el Decreto Ejecutivo 255 y en la GTC 45.

Con base en la valoración del riesgo, se procede a la definición e implementación de las medidas de control, siguiendo la jerarquía de control de la higiene industrial. En Carrocerías Fabri, estas medidas incluyen prioritariamente controles de ingeniería, como la ventilación local extractora en las áreas de soldadura de furgones; controles administrativos, tales como procedimientos de trabajo seguro, capacitación y rotación de tareas; y, como última barrera de protección, el uso adecuado de equipos de protección respiratoria, especialmente respiradores con filtros P100.

El proceso concluye con la etapa de seguimiento y mejora continua, la cual garantiza la eficacia y sostenibilidad del sistema de gestión del riesgo químico. Esta fase contempla la realización de inspecciones periódicas, la revisión de los registros de exposición, la vigilancia de la salud de los trabajadores y la actualización de la evaluación del riesgo ante cualquier cambio en los procesos productivos. De esta manera, Carrocerías Fabri asegura una gestión dinámica y preventiva del riesgo por humos de soldadura, protegiendo la salud de sus trabajadores y fortaleciendo su cumplimiento normativo y organizacional. El proceso descrito se presenta en el gráfico 18 siguiente.

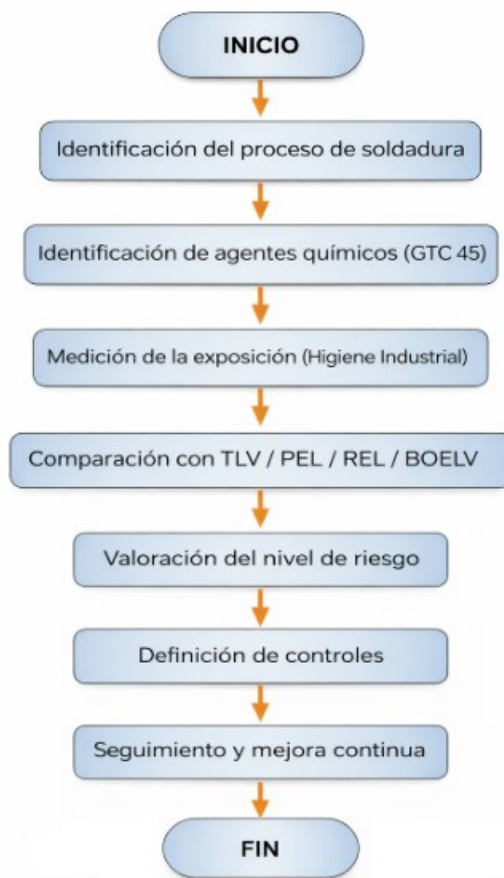


Gráfico 18. Proceso para la gestión del Riesgo Químico.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Identificación del proceso de soldadura.

Carrocerías Fabri se dedica a la fabricación y ensamblaje de furgones, mediante procesos metalmecánicos que requieren soldadura continua de estructuras metálicas.

Procesos generadores de humos metálicos:

En el proceso de armado de correas.

Amado de Correas, cambio o solo mover.

Colocación de Correas.

El proceso de Refuerzos de Correas

Punteado de Refuerzos.

Rematado de refuerzos.

El proceso de Colocación de Estabilizadores

Punteado de Escuadras

Rematado de escuadras.

El proceso de Colocación de Puertas

Estructurado del marco de la puerta.

Armado de Puertas

Colocación de puertas.

Identificación de Agentes Químicos con Guía Técnica Colombiana GTC 45

Los agentes químicos que pueden generarse durante las actividades de soldadura identificadas tienen su origen principalmente en el material base que se está soldando y en el material de aporte, específicamente en el núcleo del electrodo utilizado en el proceso.

Procedentes del material base y del alma del electrodo

- Óxido de hierro (III): Fe_2O_3
- Óxido de manganeso (IV): MnO_2

Procedentes del revestimiento del electrodo

- Ácido: Sílice amorfa (SiO_2)
- Básico: Fluorita (F_2Ca)
- Rutilo: Óxido de titanio (TiO_2)

Procedentes del recubrimiento del material base

- Galvanizado: Óxido de cinc (ZnO)
- Pintado con minio: Monóxido de plomo (PbO) y Tetróxido de plomo (Pb_3O_4)

Las Hojas de Datos de Seguridad (SDS) constituyen un elemento esencial en la gestión del riesgo químico dentro de los procesos metalmecánicos desarrollados en Carrocerías Fabri, ya que permiten identificar y comunicar los peligros asociados a la exposición ocupacional a humos de soldadura y material particulado generados durante la fabricación de furgones y estructuras metálicas. Estos humos, originados por la vaporización del material base, del material de aporte y de los recubrimientos superficiales, contienen óxidos metálicos que pueden ser inhalados y producir efectos adversos sobre la salud.

En cumplimiento del Decreto Ejecutivo N.º 255 y en concordancia con los principios de la Higiene Industrial y la GTC 45, las SDS incluidas en este manual han sido adaptadas al escenario real de exposición por inhalación, proporcionando información técnica sobre peligros, límites de exposición y medidas de control, y constituyen un soporte documental clave para la prevención de riesgos y los procesos de auditoría del IEISS.

En las tablas siguientes de la 23 a la 29 se presentan las fichas técnicas de prevención.

Tabla 23. SDS – Óxido de Hierro (III)

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Óxido de Hierro (III) Fórmula: Fe ₂ O ₃ Uso: Humos de soldadura.
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Óxido de Hierro (III)
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV–TWA (ACGIH): 5 mg/m ³ . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	Sólido de color rojo luminoso a violeta oscuro, con una densidad de 5,24 g/cm ³ , masa molar de 159,07 g/mol y punto de fusión de 1 565 °C. Es insoluble en agua y no conduce la electricidad. Formulación Química Presenta alta estabilidad térmica y química, reacciona con ácidos fuertes como HCl y H ₂ SO ₄ formando sales férricas
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	No clasificado como peligroso.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 24. SDS – Óxido de Manganeso (IV)

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Óxido de Manganeso (IV) Fórmula: MnO ₂ Uso: Humos de soldadura en Carrocerías Fabri
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Óxido de Manganeso (IV)
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV–TWA (ACGIH): 0,1 mg/m ³ . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	Sólido negro o marrón, insoluble en agua, con el manganeso en estado de oxidación +4. Su densidad es de 5,01 g/cm ³ , masa molar de 86,94 g/mol y punto de fusión de 535 °C. Formulación Química Es inodoro, no combustible y se descompone a partir de los 535 °C.
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	Oxidante; reacciona violentamente con reductores, grupo de embalaje III.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 25. SDS – Sílice Amorfa

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Sílice Amorfa Fórmula: SiO ₂ Uso: Humos de soldadura en Carrocerías Fabri
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Sílice Amorfa
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV–TWA (ACGIH): 10 mg/m ³ . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	Sólido de incoloro a gris, con densidad de 2,17–2,32 g/cm ³ , peso molecular de 60,08 g/mol, punto de fusión de 1 713 °C y punto de ebullición de 2 230 °C. Es insoluble en agua y esencialmente inerte a la mayoría de las sustancias químicas.
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	No clasificado como peligroso.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 26. SDS – Fluorita

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Fluorita Fórmula: CaF ₂ Uso: Humos de soldadura en Carrocerías Fabri
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Fluorita
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV–TWA (ACGIH): 2,5 mg/m ³ . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	La fluorita (CaF ₂) es un mineral del grupo de los haluros, con sistema cristalográfico cúbico, brillo vítreo, color variable (incolora, blanca, verde o violeta) y dureza 4 en la escala de Mohs. Su densidad es de 3,18 g/cm ³ , masa molar de 78,08 g/mol, punto de fusión de 1 418 °C y punto de ebullición de 2 500 °C.
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	No clasificado como peligroso.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 27. SDS – Óxido de Titanio

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Óxido de Titanio Fórmula: TiO_2 Uso: Humos de soldadura en Carrocerías Fabri
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Óxido de Titanio
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV-TWA (ACGIH): 10 mg/m^3 . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	Polvo cristalino de color blanco, con densidad de $4,2 \text{ g/cm}^3$, masa molar de $79,86 \text{ g/mol}$, punto de fusión de $1\ 830 \text{ }^\circ\text{C}$ y punto de ebullición de $2\ 500 \text{ }^\circ\text{C}$. Se presenta en tres formas naturales: rutilo, anatasa y brookita, todas con geometría octaédrica.
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	No clasificado como peligroso.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 28. SDS – Óxido de Cinc

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Óxido de Cinc Fórmula: ZnO Uso: Humos de soldadura en Carrocerías Fabri
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Óxido de Cinc
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV–TWA (ACGIH): 2 mg/m ³ . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	El óxido de cinc (ZnO) es un sólido polvoriento blanco, inodoro y de sabor amargo. Su densidad es de 5,607 g/cm ³ , punto de fusión de 1 975 °C y pH neutro (6,95–7,37 en suspensión al 2 %). Es insoluble en agua pero soluble en ácidos, álcalis y soluciones de amonio.
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	Sustancia peligrosa para el medio ambiente, grupo de embalaje III.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 29. SDS – Óxidos de Plomo

Sección	Descripción
1. Identificación	Sustancia: Óxidos de Plomo Fórmula: PbO / Pb ₃ O ₄ Uso: Humos de soldadura en Carrocerías Fabri
2. Identificación de peligros	Riesgo químico por inhalación. Irritación respiratoria y efectos crónicos.
3. Composición	Sustancia principal: Óxidos de Plomo
4. Primeros auxilios	Inhalación: trasladar a zona ventilada. Atención médica si persisten síntomas.
5. Medidas contra incendios	No inflamable. Medios adecuados al entorno.
6. Medidas en caso de liberación accidental	Incrementar ventilación. Evitar inhalación.
7. Manipulación y almacenamiento	Evitar acumulación de humos. Mantener ventilación operativa.
8. Control de exposición / protección personal	TLV–TWA (ACGIH): 0,05 mg/m ³ . Uso de respirador P100.
9. Propiedades físicas y químicas	Se presenta en dos formas: litargirio (polvo rojo-anaranjado, estructura tetragonal) y masicotita (polvo amarillo pálido, estructura ortorrómbica). Su punto de fusión es ~887 °C y punto de ebullición ~1 470 °C.
10. Estabilidad y reactividad	Estable en condiciones normales.
11. Información toxicológica	Efectos respiratorios y sistémicos según exposición.
12. Información ecológica	No disponible.
13. Consideraciones sobre eliminación	Gestionar residuos conforme normativa local.
14. Información sobre transporte	Sustancia peligrosa para el medio ambiente, grupo de embalaje III.
15. Información reglamentaria	Decreto Ejecutivo 255 – ACGIH – NIOSH.
16. Otra información	SDS elaborada para higiene industrial – Carrocerías Fabri.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Proceso de aplicación de la Matriz GTC 45.

En la presente propuesta se considera a la matriz de identificación y evaluación cualitativa del riesgo, es recomendado y generalmente aceptado realizar la aplicación de la Matriz GTC 45 con una periodicidad planificada, porque no basta con hacerla una sola vez: las condiciones de exposición cambian con el proceso, el personal, el ambiente y los controles implementados.

En esta propuesta metodológica se aplicó como diagnóstico por primera vez en la empresa Carrocerías Fabri, esto cumple con el principio de prevención del Decreto Ejecutivo N.º 255, que exige la identificación y evaluación inicial de riesgos antes de exponer a trabajadores a un nuevo proceso o sustancia. obteniendo los siguientes resultados:

Resultados obtenidos a noviembre 2025.

Los humos de soldadura generados durante los procesos de unión de estructuras y correas contienen mezclas complejas de óxidos metálicos, como hierro, manganeso, aluminio y zinc, además de gases peligrosos como ozono (O₃), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x). La inhalación frecuente de estos contaminantes puede producir efectos de salud inmediatos, como irritación respiratoria y ocular, cefalea o fiebre del humo metálico, así como efectos crónicos graves documentados por organismos como NIOSH y OIT, incluyendo alteraciones pulmonares, daño neurológico y enfermedades respiratorias ocupacionales. La matriz evidencia que estos peligros alcanzan valores de probabilidad y consecuencia altos, arrojando un riesgo No Aceptable, lo que exige medidas de intervención inmediatas.

Asimismo, el proceso de pintado de puertas y carrocerías expone a los trabajadores a solventes, diluyentes, resinas y compuestos orgánicos volátiles (COV), como tolueno, xileno, acetatos, hidrocarburos aromáticos y partículas de pigmentos. Estos agentes presentan riesgos de toxicidad aguda y crónica: mareos, náuseas, dermatitis, daño hepático y alteraciones del sistema nervioso central. Su volatilidad favorece la dispersión en el ambiente de trabajo, incrementando la probabilidad de inhalación en ausencia de sistemas adecuados de ventilación y extracción.

En los puestos de trabajo de soldadura como la pintura son actividades críticas en el taller y representan los peligros químicos de mayor severidad, dadas sus características toxicológicas y el nivel de exposición continua de los trabajadores.

Para la empresa se propone aplicar la matriz GTC 45 de identificación y evaluación cualitativa del riesgo cada año como mínimo obligatorio. Una revisión completa de la Matriz GTC 45 se recomienda al menos una vez al año, como parte del programa de evaluación periódica de riesgos. Esta periodicidad es consistente con guías de higiene industrial y gestión preventiva, tales como:

- ISO 45001 – Revisión de peligros y evaluación de riesgos y oportunidades (revisión continua, con reevaluación anual).
- GTC 45 – Revisión periódica de controles implementados y condiciones de exposición.

Aunque la GTC 45 no prescribe un número exacto de evaluaciones, los estándares de gestión de seguridad y salud recomiendan revisión anual como mínimo para demostrar diligencia en la prevención.

Se debe volver a aplicar la metodología siempre que ocurra un cambio relevante, cada vez que ocurra alguno de estos eventos:

- Incorporación de nuevos procesos o equipos de soldadura.
- Cambio en el material base o consumibles (electrodos, cables, recubrimientos).
- Modificaciones en la ventilación local o general.
- Cambios en el organigrama, personal o turnos.
- Incidentes o resultados de monitoreos que indiquen exposición elevada.
- Actualización normativa (nuevos límites, requisitos IESS, etc.).

En todos estos casos no basta con “recordarlo”: se debe documentar formalmente una nueva aplicación de la Matriz, con fecha, responsables y resultados.

Después de implementar controles, una evaluación posterior a la implementación de medidas de control (ingeniería, administrativas o EPP) es fundamental para medir la eficacia de las acciones, actualizar la matriz y validar que los riesgos se han reducido de acuerdo con los TLV/PEL/REL aplicables.

Esto se alinea con los principios de mejora continua (PDCA):

El ciclo Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA) es un enfoque sistemático de mejora continua, adoptado por los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, como

la ISO 45001:2018, que proporciona un marco iterativo para gestionar de manera eficaz los riesgos laborales. En este ciclo, la fase de Planear consiste en identificar peligros, evaluar riesgos y establecer objetivos y procesos necesarios para alcanzar resultados acordes con la política de seguridad y salud; la fase de Hacer implica implementar los procesos planificados; la fase de Verificar se refiere al monitoreo y medición del desempeño frente a los objetivos establecidos, incluyendo auditorías internas y análisis de datos; y la fase de Actuar busca tomar acciones correctivas y de mejora basadas en los resultados evaluados, promoviendo la mejora continua del sistema de gestión. Este ciclo iterativo no solo permite cumplir con los requisitos normativos, sino también desarrollar procesos más seguros y eficaces en la gestión del riesgo, como en la exposición a agentes químicos en procesos de soldadura. El uso del ciclo PDCA en la gestión de riesgos ocupacionales ha sido ampliamente reconocido como una práctica efectiva para evaluar, implementar y mejorar continuamente las actividades de seguridad y salud en diversas industrias, promoviendo resultados sostenibles en el desempeño de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo (ISO., 2018).

Aunque la GTC 45 no prescribe una frecuencia estricta, las siguientes referencias proporcionan pautas alineadas con la práctica:

ISO 45001:2018 – Establece revisión sistemática de riesgos y controles, con reevaluaciones periódicas y cuando haya cambios significativos en operaciones o procesos.

NIOSH/ACGIH – Recomiendan evaluación repetida cuando los controles no entregan datos claros o la exposición pudiera exceder valores límite.

Guías de Higiene Industrial – Revisión anual es práctica recomendada para mantener vigilancia eficaz y cumplir con auditorías internas o externas.

A continuación, se presenta cómo aplicar la GTC 45, con soporte técnico y práctico y cumplir con los criterios de gestión de higiene industrial y auditoría IESS.

A continuación, se muestra la tabla utilizada para establecer el nivel de exposición dentro del proceso de evaluación de riesgos, conforme a los criterios propuestos por la Guía Técnica Colombiana GTC 45, la cual sirve como referencia metodológica para valorar la

exposición de los trabajadores frente a los peligros identificados como se indica en la tabla 30.

Tabla 30. Nivel de Exposición GTC 45

NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)		
Nivel de deficiencia	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La siguiente tabla 31, ofrece una alternativa para determinar el nivel de exposición durante el proceso de evaluación de riesgos, considerando tanto la repetitividad como la duración de la tarea. Los valores de NE que se muestran corresponden a las recomendaciones establecidas en la GTC 45; no obstante, la organización tiene la posibilidad de ajustarlos si estima que otros valores representan de manera más precisa las condiciones reales de las labores que ejecutan sus trabajadores.

Tabla 31. Alternativa de Nivel de exposición GTC 45.

ALTERNATIVA DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)			
Tipo de exposición	Duración	Nivel de deficiencia	Valor de NE
Sin interrupción	Prolongada	Continua (EC)	4
Varias veces durante la jornada	Tiempos cortos	Frecuente (EF)	3
Alguna vez durante la jornada	Tiempos cortos	Ocasional (EO)	2
Eventual	Cualquier duración	Esporádica (EE)	1

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La Guía Técnica Colombiana GTC 45:2012, empleada para la identificación de peligros y la valoración cualitativa del riesgo en Seguridad y Salud en el Trabajo, establece que el nivel de deficiencia (ND) corresponde al grado en que las condiciones existentes en el lugar de trabajo pueden originar un incidente, considerando tanto los peligros presentes como la efectividad real de las medidas de control implementadas. En otras palabras, el ND refleja qué tan probable es que un peligro se materialice debido a la relación entre las

fallas o insuficiencias detectadas y la capacidad de los controles instalados para prevenir el daño.

A continuación, se expone la tabla 32, utilizada para asignar el nivel de deficiencia, según lo recomendado por la GTC 45, la cual sirve como referencia para estimar la magnitud de las fallas o debilidades existentes en los controles preventivos durante el proceso de evaluación de riesgos.

Tabla 32. Nivel de Deficiencia GTC 45.

NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)		
Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV)

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Para el nivel de probabilidad, de acuerdo con el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2012, el nivel de probabilidad se calcula como: el cálculo de la variable se realiza aplicando la siguiente fórmula :

$$NP = ND \times NE \quad (1)$$

Donde,

NP es nivel de probabilidad

ND es el nivel de deficiencia

NE es el nivel de exposición

Se presenta a continuación la tabla 33 de interpretación del nivel de probabilidad de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 para la evaluación de riesgos.

Tabla 33. Niveles de Probabilidad

SIGNIFICADO DE LOS NIVELES DE PROBABILIDAD		
Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

El nivel de consecuencias (NC) se entiende como el indicador que permite establecer la gravedad o severidad del daño que podría generarse si un peligro llegara a materializarse. Esta definición sirve como referencia para la correcta interpretación de la metodología propuesta por ICONTEC dentro de la GTC 45; no obstante, cada organización conserva la facultad de adaptar y ajustar estos lineamientos según sus características internas, su tipo de actividad, su alcance operativo y los recursos con los que cuenta.

A continuación, se presenta la tabla 34 utilizada para determinar el nivel de consecuencias, de acuerdo con las recomendaciones establecidas en la Guía Técnica

Colombiana GTC 45, la cual constituye una herramienta fundamental para valorar la severidad potencial de los riesgos identificados en el proceso de evaluación.

Tabla 34. Nivel de consecuencias GTC 45.

NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)		
Nivel de consecuencias	Valor de NC	Significado
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muertes(s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Para calcular el nivel de riesgo se debe contar previamente con el nivel de probabilidad (NP) y el nivel de consecuencias (NC).

Considerando a ICONTEC, 2012, la fórmula que se debe aplicar es la siguiente:

$$NR = NC \times NP \quad (2)$$

Se presenta a continuación la tabla 35 del significado del nivel de riesgo definida en la Guía Técnica Colombiana GTC 45.

Tabla 35. Nivel de riesgo GTC 45.

NIVEL DE RIESGO (NR)		
Nivel de riesgo y de intervención	Valor de NR	Significado
I	4000 – 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Interpretar y aceptar el riesgo: Se compara el nivel de riesgo calculado con los niveles de aceptabilidad definidos en la matriz de la GTC 45:

- **Nivel de riesgo I (No aceptable):** Situación crítica que requiere corrección urgente.
- **Nivel de riesgo II (No aceptable o aceptable con control específico):** Se debe corregir o adoptar medidas de control específicas.
- **Nivel de riesgo III (Mejorable):** Se debe mejorar el control existente.
- **Nivel de riesgo IV (Aceptable):** Riesgo no requiere medidas de control.

En el Anexo 1 del presente Manual se presenta el formato para aplicar la Matriz de evaluación de riesgos GTC 45 en procesos de Carrocerías Fabri.

Medición a la exposición de la Higiene Industrial.

La exposición a agentes químicos constituye una etapa fundamental dentro del proceso de evaluación higiénica, ya que permite cuantificar de manera objetiva las concentraciones de contaminantes presentes en el ambiente laboral y estimar el nivel real de exposición de los trabajadores.

En Carrocerías Fabri, la medición se realizó previo al desarrollo del presente manual donde se verificó la presencia de los agentes químicos mediante la medición directa en los puestos de trabajo, donde la medición más representativa indicó que mediante equipos de lectura directa, los cuales proporcionan información en tiempo real sobre la presencia de contaminantes asociados a los procesos de soldadura y actividades metalmecánicas desarrolladas durante la fabricación de furgones.

Se obtuvieron datos de mediciones directas, en la que se registran las concentraciones relativas de material particulado (PM_{1,0}, PM_{2,5} y PM₁₀), así como de gases y compuestos orgánicos volátiles, específicamente dióxido de carbono (CO₂), formaldehído (HCHO) y TVOC. Estas mediciones se realizaron en distintos momentos del proceso productivo, permitiendo identificar variaciones en la concentración de los contaminantes en función de la actividad desarrollada, la intensidad de la soldadura y las condiciones de ventilación del área de trabajo.

Los resultados evidencian que el material particulado fino (PM_{1,0} y PM_{2,5}) mantiene valores relativamente constantes, aunque con incrementos asociados a los periodos de mayor actividad de soldadura, lo que indica la generación continua de humos metálicos

respirables, los cuales representan un riesgo químico relevante desde el punto de vista de la higiene industrial. Por su parte, el PM10 presenta fluctuaciones más marcadas, reflejando la presencia de partículas de mayor tamaño provenientes de procesos de corte, limpieza y manipulación de materiales metálicos.

En cuanto a los gases medidos, se observa que el CO₂ presenta picos significativos en determinados intervalos, lo que puede estar relacionado con una ventilación insuficiente durante fases intensivas del proceso productivo. Aunque el CO₂ no es tóxico a concentraciones moderadas, su incremento es un indicador indirecto de la acumulación de contaminantes y de la necesidad de mejorar la ventilación general y localizada. Asimismo, las concentraciones de HCHO y TVOC, aunque menores en comparación con otros parámetros, evidencian la presencia de compuestos orgánicos volátiles, posiblemente asociados a recubrimientos, aceites, pinturas o materiales auxiliares utilizados en la fabricación de furgones.

Desde el enfoque de la Higiene Industrial, estas mediciones directas permiten realizar una evaluación preliminar y dinámica de la exposición, identificando momentos críticos y tendencias de acumulación de contaminantes. Los resultados obtenidos deben ser comparados con los valores límite de referencia establecidos por organismos como la ACGIH, NIOSH u OSHA, utilizados como criterios técnicos complementarios en el contexto ecuatoriano, con el fin de determinar si la exposición se mantiene dentro de niveles aceptables o si se requiere la implementación de medidas correctivas.

Se deben realizar mediciones periódicas de la calidad del aire en los puestos de trabajo para identificar el riesgo presente. Se recomienda en este manual utilizar medidores directos de medición o implementar un sistema de control de la contaminación en los puestos de trabajo.

Se presenta en este manual tres procesos para la medición de la contaminación de aire por el humo de solda:

Metodología de medición directa de contaminantes mediante equipo SMART (BLATN BR-Smart)

La medición directa constituye una metodología complementaria dentro de la higiene industrial, orientada a la evaluación rápida, continua y en tiempo real de la contaminación del aire en ambientes laborales como se presenta en la imagen 9.



Imagen 9. Medidor de Calidad del aire.

Fuente: <https://blatn.com/>

En Carrocerías Fabri, esta metodología se aplica mediante el uso del equipo multiparámetro BLATN BR-Smart, el cual permite monitorear simultáneamente diversos contaminantes asociados a los procesos de soldadura y fabricación de furgones, tales como material particulado (PM_{1,0}, PM_{2,5} y PM₁₀), dióxido de carbono (CO₂), formaldehído (HCHO) y compuestos orgánicos volátiles totales (TVOC).

El procedimiento inicia con la planificación del monitoreo, definiendo los puntos de medición en función de los procesos críticos, la disposición del taller, la zona de respiración del trabajador y las condiciones operativas reales. En el caso de Fabri, las mediciones se realizan preferentemente en las áreas de armado y estructurado de furgones, durante actividades activas de soldadura, con el fin de capturar escenarios representativos y de mayor exposición potencial. El equipo se posiciona a una altura aproximada de 1,5 metros, equivalente a la zona de respiración, evitando interferencias directas con chispas o corrientes de aire artificiales.

Durante la ejecución del monitoreo, el equipo SMART registra de manera continua las concentraciones de los contaminantes, generando series temporales que permiten identificar picos, tendencias y variaciones asociadas a la intensidad del proceso, la ventilación disponible y la duración de las tareas. Esta característica convierte a la medición directa en una herramienta especialmente útil para diagnóstico preliminar, ya que facilita la identificación de momentos críticos de exposición, zonas con deficiente renovación de aire y la eficacia operativa de los sistemas de ventilación existentes.

Desde el enfoque de la higiene industrial, los resultados obtenidos mediante medición directa no sustituyen a las mediciones personales gravimétricas o de laboratorio, pero sí aportan información valiosa para la toma de decisiones preventivas. En Carrocerías Fabri, los datos generados por el equipo SMART se utilizan para: (i) orientar la selección de puestos y momentos para muestreos personales; (ii) justificar la necesidad de controles de ingeniería, como ventilación local extractora; (iii) evaluar de forma cualitativa la eficacia de las medidas implementadas; y (iv) respaldar técnicamente la gestión del riesgo químico ante auditorías del IESS. Los valores registrados se interpretan mediante la comparación con criterios técnicos de referencia, como los TLV de la ACGIH, los REL del NIOSH o los PEL de OSHA, teniendo en cuenta las unidades de medición y las limitaciones propias de los sensores de lectura directa. En este sentido, la metodología de medición directa con el equipo SMART se integra como una herramienta complementaria dentro del sistema de gestión de higiene industrial, fortaleciendo el enfoque preventivo y la mejora continua en la protección de la salud de los trabajadores de Carrocerías Fabri, en cumplimiento del Decreto Ejecutivo 255.

2. Muestreo personal gravimétrico de humos y análisis de metales.

El Objetivo es cuantificar la exposición real del soldador a partículas de humo (mg/m^3) y determinar metales específicos (Fe, Mn, Zn, Pb, Cr, Ni, etc.).

En la Imagen 10 siguiente se ilustra uno de los tipos de bomba de muestreo más reciente, que cuenta con un sistema digital que indica el flujo al que está funcionando.

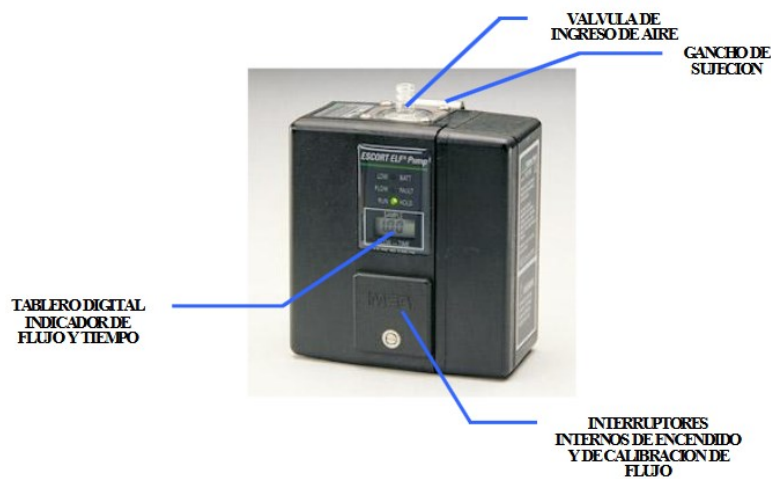


Imagen 10. Bomba de muestreo.

Fuente: (López Camargo José Manuel, 2002)

Base normativa / metodo

- ISO 10882-1: muestreo de partículas en la zona de respiración del operario para medir exposición personal y realizar medición gravimétrica.
- NIOSH 7300: análisis multielemento en filtros mediante ICP (metales).
- (Complemento gravimétrico general de partículas: NIOSH 0500 para polvo total cuando aplique).

Cómo aplicarla en Carrocerías Fabri.

Definir SEG (Grupos de Exposición Similar): soldadores de estructurado y armado de furgones; ayudantes; corte y esmerilado.

Muestreo personal: colocar el cassette/filtro en el área de respiración del soldador (solapa/hombro) durante tareas representativas (ideal: jornada completa para TWA 8h; o periodos críticos).

Bomba calibrada: ajustar caudal según el tren de muestreo recomendado (laboratorio/higienista).

Gravimetría: pesa filtro antes/después → obtienes mg/m³ de humos/partículas (exposición).

Metales en el mismo filtro: enviar a laboratorio para ICP (NIOSH 7300) y obtener mg/m³ por metal.

Criterio de evaluación: comparar resultados con TLV/PEL/REL aplicables (en Ecuador suele usarse ACGIH/NIOSH/OSHA como referencia técnica cuando no hay límites nacionales específicos por agente).

Como ventaja para auditoria del IESS, es la metodología más fuerte porque mide exposición personal real y permite concluir cumplimiento por metales que son lo más crítico en soldadura.

3. Muestreo personal de gases/vapores, estrategia de cumplimiento por “campañás”

El objetivo es evaluar la exposición a gases/vapores asociados a soldadura y operaciones del taller (CO, NO₂, O₃ según proceso; y vapores orgánicos si hay pinturas/solventes), con una estrategia robusta de campañas.

Base normativa.

- ISO 10882-2: guía para determinar exposición personal a gases y vapores en soldadura y procesos afines.
- EN 689 (estrategia): define una estrategia de medición representativa para demostrar cumplimiento con límites ocupacionales.

Cómo Aplicar en Fabri

1. Definir escenarios críticos: soldadura en áreas semi-cerradas; armado dentro de furgones; turnos con poca ventilación.
2. Selección de contaminantes “objetivo”:
 - Si hay recubrimientos/pinturas/desengrase: VOC específicos (y TVOC como indicador).
 - En soldadura: gases típicos según proceso (CO, NO_x, O₃ si aplica).
3. Medición personal con tubos adecuados o sensores validados (según contaminante), siguiendo la lógica de ISO 10882-2. Se presenta en la imagen 11.



Imagen 11. Tubos de medición de contaminantes.

Fuente: <https://www.draeger.com/es>

4. Campañas de evaluación: usar la estrategia tipo EN 689:
 - Muestras en días distintos
 - En tareas representativas
 - Priorizando el “peor caso razonable” (picos) y el promedio de jornada.
5. Comparación con límites: TLV/PEL/REL según el contaminante; si hay superaciones controles inmediatos (ventilación, sustitución, procedimientos, EPP respiratorio).

Como ventaja, demuestra que Fabri tiene un programa higiénico planificado, no solo “una medición aislada”, y que evalúa también gases/vapor

es (que muchas auditorías preguntan cuando hay recubrimientos/pinturas).

La empresa Carrocerías Fabrí con su Monitor de Seguridad deberá definir la metodología adecuada acorde a su necesidad y presupuesto económico.

Limites permisibles.

Una vez obtenidos los valores de concentración de los contaminantes mediante las mediciones higiénicas, estos deben compararse con los límites permisibles de exposición ocupacional establecidos como referencia técnica (TLV-TWA, TLV-STEL, PEL o REL, según corresponda), con el fin de determinar el nivel de riesgo asociado a cada agente químico. Esta comparación permite evaluar si la exposición promedio de la jornada y los picos de corta duración se mantienen dentro de niveles aceptables o si superan los valores recomendados, lo cual constituye un criterio objetivo para la valoración del riesgo en la matriz GTC 45. En caso de superarse alguno de los límites, se deberán definir e implementar de manera inmediata medidas de control jerarquizadas, priorizando controles de ingeniería, seguidos de controles administrativos y el uso de equipos de protección personal y posteriormente realizar una nueva medición para verificar la eficacia de las acciones adoptadas, asegurando así la protección de la salud de los trabajadores y el cumplimiento del marco normativo aplicable.

En la tabla 36 siguiente se presentan los límites permisibles de contaminación.

Tabla 36. Valores Límite Permisibles (TLV)

Contaminante	Fuente en el proceso	TLV–TWA (8 h)	TLV–STEL (15 min)	Efecto principal	Observaciones de Higiene Industrial
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	Material base y electrodo	5 mg/m ³	—	Irritación respiratoria	Evaluar fracción respirable
Manganeso (Mn)	Electrodos y acero	0,1 mg/m ³ (inh.) / 0,02 mg/m ³ (resp.)	—	Neurotoxicidad	Sustancia crítica en soldadura
Óxido de zinc (ZnO)	Material galvanizado	2 mg/m ³	10 mg/m ³	Fiebre de humos metálicos	Controlar picos de exposición
Plomo (Pb)	Pinturas con minio	0,05 mg/m ³	—	Neurotóxico sistémico	Requiere vigilancia médica
Óxido de titanio (TiO ₂)	Electrodos rutilos	10 mg/m ³	—	Irritación respiratoria	Controlar acumulación

Sílice amorfa	Revestimientos	10 mg/m ³	—	Irritación respiratoria	No confundir con sílice cristalina
Formaldehído (HCHO)	Recubrimientos y combustión	0,1 ppm	0,3 ppm	Irritante / cancerígeno	Alta prioridad de control
Dióxido de carbono (CO ₂)	Combustión / ventilación	5 000 ppm	30 000 ppm	Asfixiante simple	Indicador de ventilación
Particulado respirable (PNOS)	Humos metálicos	3 mg/m ³	—	Irritación pulmonar	Referencia general

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Valoración del nivel de riesgo.

Evaluación de la exposición ocupacional a humos de soldadura.

A partir de los datos obtenidos en las mediciones higiénicas, se determina la concentración promedio ponderada para una jornada de 8 horas (TWA) de los contaminantes identificados durante el monitoreo. En las mediciones realizadas no se evidenció la presencia de sulfuro de hidrógeno (H₂S) ni de pentano (LEL); en consecuencia, el análisis de la exposición se centra específicamente en los valores registrados de monóxido de carbono (CO).

Procedimiento para calcular la concentración de exposición (TWA 8 horas) y compararla con límites.

1) Recolección y organización de datos

1. Define el contaminante (ej. CO) y el periodo de referencia (jornada de 8 horas).
2. Registra las mediciones por intervalos durante la jornada:
 - Tiempo del intervalo (t_i) en horas.
 - Concentración promedio del intervalo (C_i) en ppm (o la unidad correspondiente).
3. Verifica que la suma de los tiempos cubiertos sea ≤ 8 h.
 - Si no se midió el tiempo completo, el tiempo faltante debe considerarse como exposición igual a 0 (si el trabajador estuvo fuera del área) o como un valor representativo del periodo no medido (si siguió en el mismo ambiente). En auditoría se justifica el criterio utilizado.

2) Cálculo del TWA (8 horas)

El TWA se calcula como un promedio ponderado por tiempo como se muestra la ecuación 2:

$$TWA = \frac{\sum(Ci.ti)}{8} \quad (3)$$

Fuente: GTC 45.

Donde:

Ci= concentración medida en el intervalo i

ti= Duración del intervalo i (Horas)

8= Jornada estándar (8 horas)

3) Comparación del TWA con el TLV–TWA (límite permisible)

Selecciona el TLV–TWA aplicable (por ejemplo, CO = 25 ppm según ACGIH, si ese es el criterio usado en tu documento).

Compara:

- Si $TWA \leq TLV$ → cumple, pero puede requerir vigilancia.
- Si $TWA > TLV$ → no cumple, requiere control inmediato.

4) Cálculo del Nivel de Acción (NA)

El Nivel de Acción se usa como criterio de prevención cuando el TWA está por debajo del TLV, pero ya es “alto”. Como se presenta en la ecuación 3.

Un criterio común es:

$$NA = 0,5 \times TLV \quad (3)$$

Fuente: GTC 45.

5) Comparación del TWA con el Nivel de Acción

- Si $TWA \leq NA$ → control rutinario y seguimiento normal.
- Si $TWA > NA$ → requiere acciones preventivas, aunque no supere TLV.

6) Conclusión técnica y acciones

Cuando el TWA supera el NA (aunque cumpla TLV), se recomienda aplicar controles según jerarquía:

- a) Ingeniería: ventilación, extracción localizada, renovación de aire.
- b) Administrativas: reducir tiempos, rotación, pausas, control de fuentes.
- c) EPP: si aplica, respiradores adecuados cuando el agente lo amerite.

Definición de Controles

La Definición de Controles constituye una etapa crítica dentro del Sistema de Gestión del Riesgo Higiénico de Carrocerías Fabri, ya que permite transformar los resultados de la identificación, evaluación y valoración del riesgo por humos de soldadura en acciones preventivas concretas y verificables. Mediante el desarrollo y aplicación de los siete documentos asociados a este procedimiento, la empresa asegura que las medidas de control se implementen de forma planificada, jerarquizada y documentada, priorizando la eliminación o reducción de la exposición en la fuente, el medio y el trabajador. Este enfoque fortalece la prevención de enfermedades ocupacionales, facilita el seguimiento de la eficacia de los controles, garantiza el cumplimiento de los requisitos legales y técnicos exigidos por el IESS y la ISO 45001, y consolida una cultura preventiva basada en la mejora continua y la protección efectiva de la salud de los trabajadores que participan en los procesos de fabricación de furgones. A continuación, se presentan los documentos para el control de la gestión del riesgo.



GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA

Página	01 de 02
Revisión	01
Código	GHI-P01
Referencia:	ISO 45001

Declaración de Política de Gestión de Higiene Industrial

Creado por: Christian Jerez.

Aprobado por: Ing. Henry Yancha.

Carrocerías Fabri está firmemente comprometida con la protección de la salud de sus trabajadores, mediante la identificación, evaluación, control y seguimiento de los riesgos higiénicos derivados de sus procesos productivos, en especial aquellos asociados a la exposición a humos de soldadura, gases y material particulado generados durante la fabricación de furgones y estructuras metálicas.

La empresa se compromete a cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como con los criterios técnicos de la higiene industrial, promoviendo la aplicación de metodologías reconocidas como la GTC 45, el uso de mediciones higiénicas y la implementación de controles eficaces, con el fin de prevenir enfermedades ocupacionales y reducir la exposición laboral a niveles aceptables.

Asimismo, todos los miembros de Carrocerías Fabri asumen el compromiso de mantener los más altos estándares de gestión del riesgo higiénico, garantizando la aplicación de programas efectivos de monitoreo, evaluación, auditoría y revisión, que permitan la asignación eficiente de recursos y la mejora continua del desempeño preventivo.

Esta política respalda los objetivos y programas del Sistema de Gestión del Riesgo Higiénico, fomentando el trabajo coordinado entre la gerencia, los responsables de seguridad y salud, los trabajadores y las partes interesadas. La presente política será difundida y comunicada a empleados, contratistas y visitantes, mediante su publicación en áreas visibles del taller, en los manuales internos y en los medios de comunicación institucionales de la empresa.

Responsable de la administración:

La Gerencia General de Carrocerías Fabri asume la responsabilidad final sobre la gestión del riesgo higiénico en la empresa. Para tal efecto, supervisará el cumplimiento de esta política y delegará funciones y responsabilidades específicas al responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo, jefes de área y supervisores de producción, asegurando la correcta implementación de las medidas de control y el seguimiento de los riesgos identificados.

Políticas Principales:

- Carrocerías Fabri se compromete a identificar y evaluar sistemáticamente los riesgos higiénicos presentes en sus procesos, priorizando aquellos asociados a la exposición a humos de soldadura, gases y material particulado.
- La empresa adoptará el principio de jerarquía de controles, priorizando los controles de ingeniería, seguidos de controles administrativos y, como última barrera, el uso adecuado de equipos de protección personal.
- Se mantendrá una política de mejora continua en la gestión del riesgo higiénico, mediante la revisión periódica de los resultados de mediciones, la eficacia de los controles y la actualización de la matriz GTC 45.


- Carrocerías Fabri cumplirá con todos los requisitos legales y técnicos aplicables en materia de seguridad y salud en el trabajo y exposición ocupacional.
- Se establecerán objetivos y metas de control del riesgo higiénico, los cuales serán monitoreados y revisados de forma periódica.
- La política será auditada y revisada regularmente, como parte del sistema de gestión y del ciclo de mejora continua.
- La eficacia del sistema se evaluará en función de la reducción de los niveles de exposición, la disminución de riesgos no aceptables y la prevención de enfermedades ocupacionales.
- La empresa garantizará la capacitación y formación continua de los trabajadores en materia de riesgos higiénicos, uso de controles y protección respiratoria, así como el cumplimiento de estos requisitos por parte de contratistas y proveedores.

Carrocerías Fabri espera que todos los trabajadores, en todos los niveles de la organización, adopten conductas responsables y preventivas, colaboren activamente con la gestión del riesgo higiénico y contribuyan al cumplimiento de la normativa y de los objetivos establecidos en el presente sistema.

Ing.

Gerente General

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Christian Jerez.	Ing. Lara Calle. Mg.	Ing. Henry Yancha.
Fecha: 15/12/2025	Fecha: 15/12/2025	Fecha: 15/12/2025

	GESTIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA	Página	01 de 03
		Revisión	01
		Código	GHI-P03
		Referencia:	GTC 45 – ISO 45001 – IESS
PROCEDIMIENTO SEGURO DE SOLDADURA			
Creado por: Cristian Jerez.			
Aprobado por: Ing. Henry Yancha.			
<p>El presente Procedimiento Seguro de Soldadura se establece como un documento operativo fundamental dentro del Sistema de Gestión del Riesgo Higiénico de Carrocerías Fabri, con el propósito de estandarizar las condiciones de seguridad, orden y control necesarias para la ejecución de trabajos en caliente durante la fabricación de furgones y estructuras metálicas. Considerando que los procesos de soldadura generan riesgos críticos como incendios, quemaduras, radiación, proyección de partículas y, especialmente, la exposición a humos metálicos, gases y material particulado con efectos potenciales sobre la salud respiratoria, este procedimiento define responsabilidades, medidas preventivas, uso obligatorio de equipos de protección personal y controles higiénicos aplicables antes, durante y después de la actividad, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente y fortaleciendo la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales mediante una gestión sistemática y verificable.</p>			
<p>1. Objetivo del plan</p> <p>Establecer las condiciones técnicas y de seguridad para realizar trabajos de soldadura en Carrocerías Fabri, garantizando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La prevención de incendios, explosiones y lesiones durante trabajos en caliente. • La reducción de la exposición ocupacional a humos metálicos, gases y material particulado. • El uso correcto de controles de ingeniería, administrativos y EPP, asegurando el cumplimiento de requisitos de IESS, Decreto Ejecutivo 255, GTC 45 e ISO 45001. 			
<p>2. Alcance</p> <p>Este procedimiento aplica a todas las tareas de soldadura realizadas en Carrocerías Fabri, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soldadura eléctrica (SMAW, MIG/MAG) en fabricación de furgones. • Trabajos de armado y estructurado con unión de perfiles metálicos. • Reparaciones y retoques de soldadura dentro de taller o en áreas externas autorizadas. <p>Incluye al personal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soldadores • Ayudantes de soldadura • Supervisores de producción • Responsable de SST / Prevencionista • Observador de fuego (cuando aplique) 			
<p>3.- Responsables.</p> <p>Gerencia de carrocerías Fabri Encargado de la Seguridad e Higiene Industrial.</p>			

Responsabilidades:**Jefe de Producción**

- Garantizar que el personal conozca, entienda y cumpla este procedimiento.
- Verificar que el área de trabajo se encuentre en condiciones seguras antes de iniciar.
- Confirmar la disponibilidad de extintores operativos y ventilación adecuada.
- Gestionar y firmar el **Permiso de Trabajo en Caliente** (si aplica).
- Mantener registro de autorizaciones y verificaciones del proceso.

Monitor de Seguridad e Higiene Industrial.

- Supervisar aleatoriamente el cumplimiento del procedimiento.
- Asegurar que se apliquen medidas preventivas según la GTC 45 y mediciones higiénicas.
- Definir y verificar controles de ingeniería como extracción localizada y ventilación.
- Verificar uso correcto de respiradores y filtros aprobados (P100 o equivalente).
- Controlar que exista evidencia documental (formatos, listas, inspecciones).

Soldadores y trabajadores del área

- Revisar el estado del área de trabajo antes de soldar.
- Inspeccionar su equipo (máquina, cables, pinza, porta-electrodo, mangueras).
- Reportar fallas o defectos antes de iniciar el trabajo.
- Usar correctamente el EPP obligatorio.
- Cumplir las medidas de orden y limpieza para evitar acumulación de combustibles o chispas.
- Solicitar autorización previa al inicio cuando corresponda.

Observador de Fuego

- Conocer ubicación y uso de extintores, botiquín y teléfonos de emergencia.
- Supervisar el área durante la ejecución del trabajo.
- Asegurar que se mantenga despejado un radio mínimo de 10 a 20 metros de material inflamable.
- Permanecer vigilante durante y después de la soldadura.
- Realizar inspección final durante al menos 30 minutos posteriores al trabajo en caliente, verificando que no queden puntos calientes.

4. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES, EPP MÍNIMO OBLIGATORIO.**Todo trabajador que realice soldadura en Carrocerías Fabri deberá utilizar como mínimo:**

- Protección ocular y facial
- Careta de soldador con filtro adecuado según amperaje.

Protección respiratoria (riesgo higiénico clave)

- Respirador de media cara con filtro para humos metálicos P100 (o equivalente).
- En caso de humo intenso o mala ventilación: evaluar respirador de cara completa.
- Protección de manos
- Guantes de cuero para soldadura.
- Protección corporal
- Ropa de trabajo ignífuga o resistente al calor (mandil, mangas, chaqueta).

Calzado

- Zapatos/puntas de acero y suela dieléctrica.

Protección auditiva

- Tapones u orejeras cuando el área supere niveles de ruido permisibles.

Si se detecta ausencia de EPP, ventilación insuficiente o presencia de material inflamable, el trabajo se suspende hasta corregir condiciones.

5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO DE SOLDADURA SEGURA (PASO A PASO)

5.1 Antes de iniciar la soldadura

- Confirmar que el trabajo esté autorizado (si aplica permiso).
- Realizar orden y limpieza del área.
- Retirar materiales combustibles:
Papel, cartón, trapos, grasa, aceites, thinner, gasolina u otros.
- Si no se puede retirar algún material, cubrirlo con protector ignífugo o manta antinflama.
- Verificar existencia de extintor operativo y señalización visible.
- Verificar ventilación adecuada (natural o mecánica) y, si existe, activar extracción localizada. Se presenta en el gráfico 19.

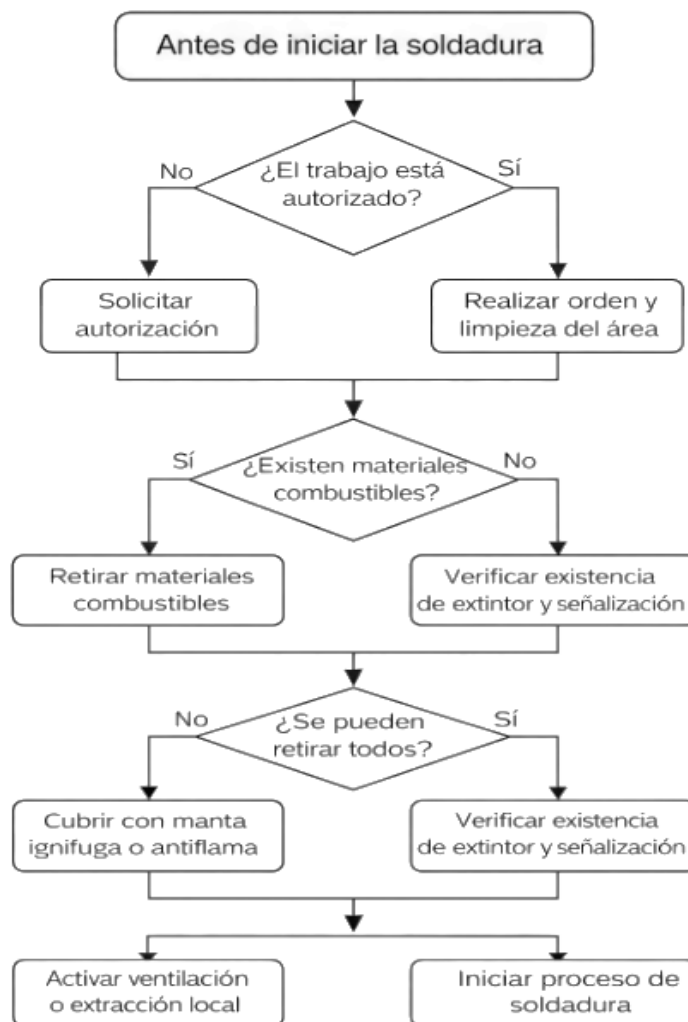


Gráfico 19. Procedimiento antes de iniciar la soldadura.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

5.2 Inspección de equipos y condiciones técnicas

- Revisar máquina de soldar (enchufe, cables, conexiones firmes).
- Confirmar que porta-electrodo, pinza a tierra y cables estén en buen estado.
- Verificar que el trabajador no tenga ropa impregnada con combustible o solventes.
- Colocar pantallas o biombos para proteger a terceros contra radiación y chispas.

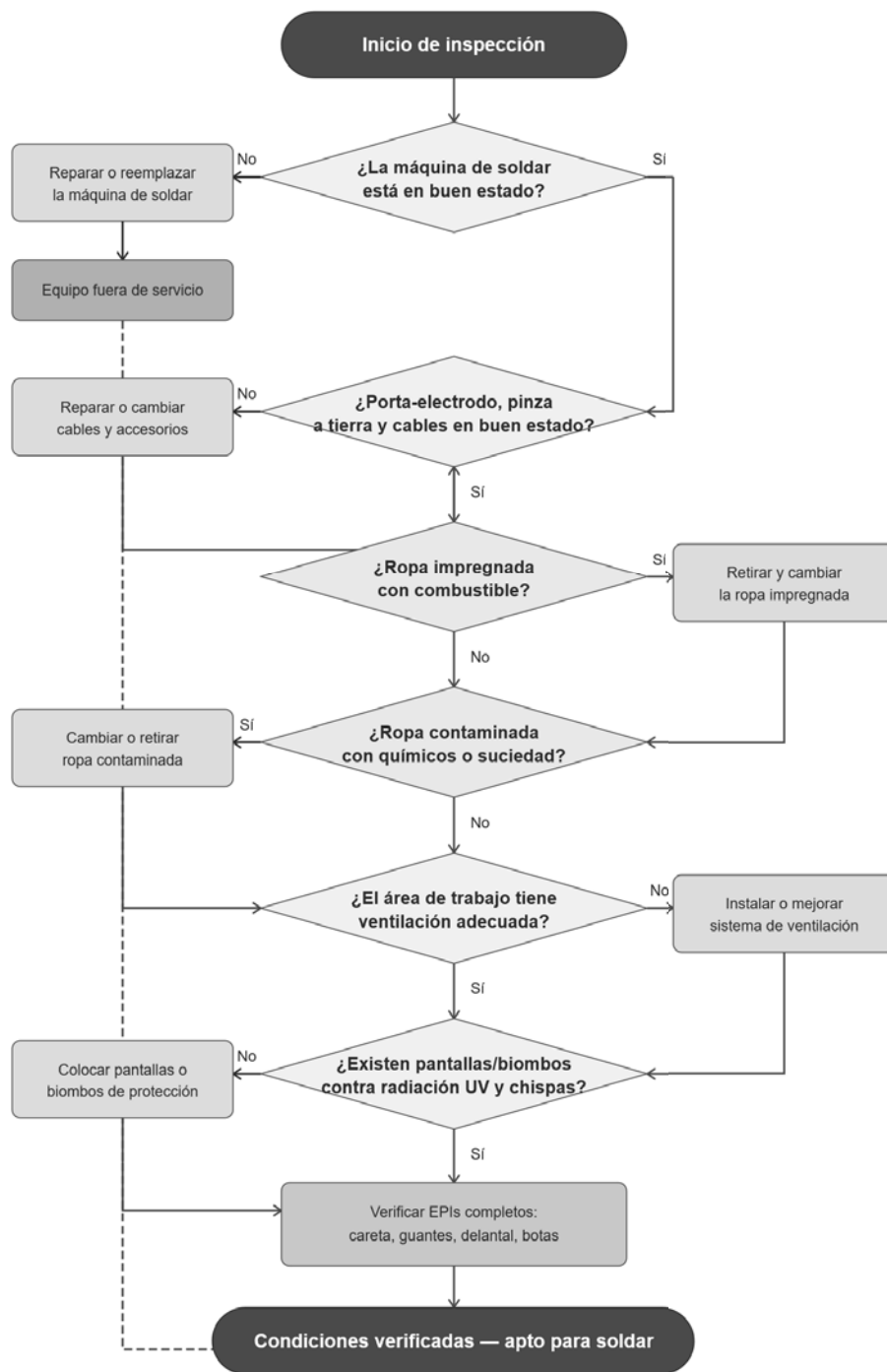


Gráfico 20. Procedimiento Inspección de equipos y condiciones técnicas
 Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

5.3 Durante la soldadura

- Mantener la campana o manga de extracción lo más cerca posible del punto de emisión (si aplica).
- Evitar soldar en contra del flujo de ventilación (no colocarse “bajo la nube de humo”).
- Realizar pausas cortas y controladas en tareas prolongadas para reducir exposición.
- Mantener el área libre de acumulación de escoria o residuos calientes.

Prohibido soldar recipientes cerrados o superficies con solventes frescos sin evaluación previa.

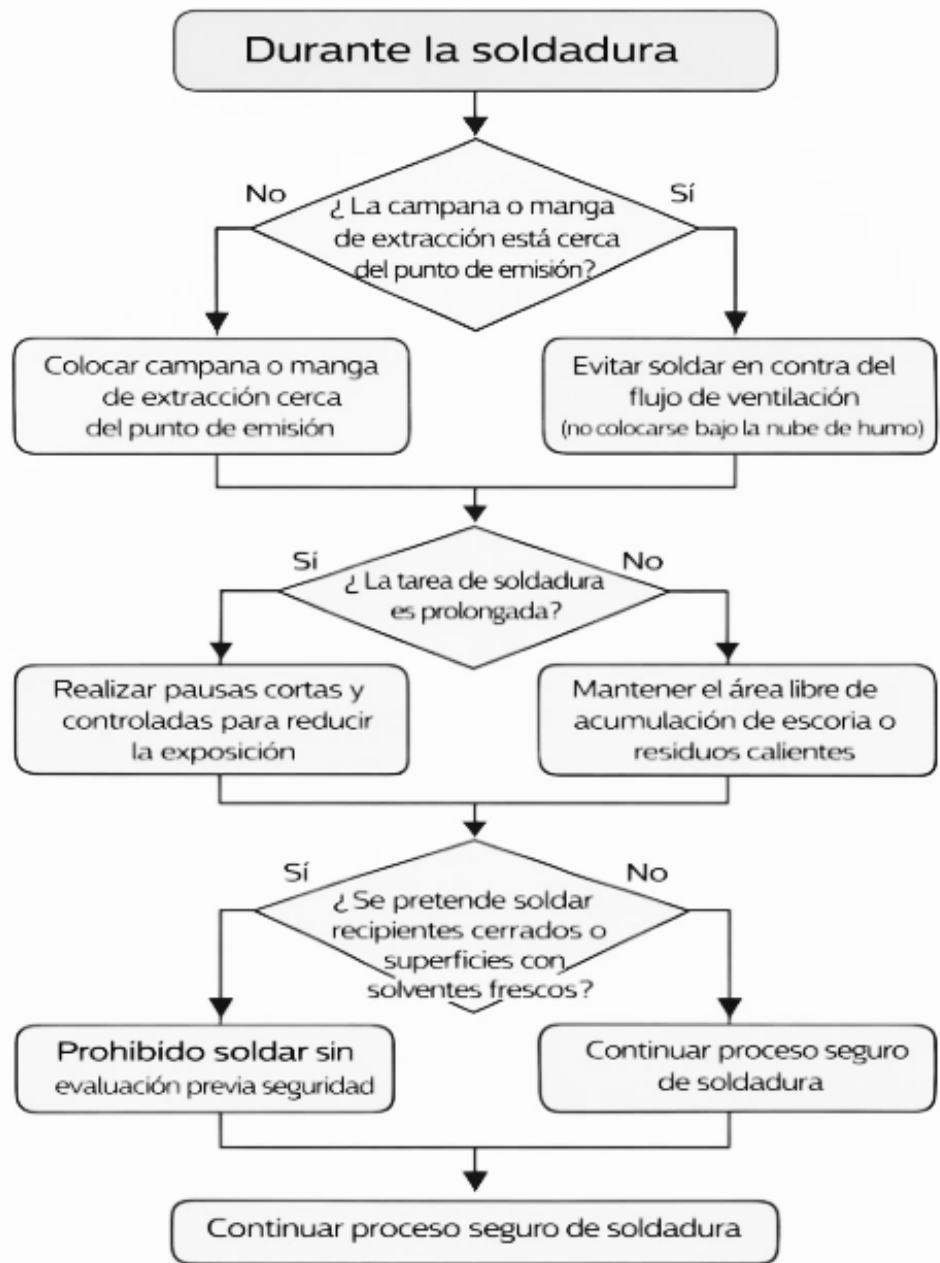


Gráfico 21. Procedimiento durante la soldadura.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

5.4 Después de finalizar la soldadura

- Apagar equipos y asegurar desconexión eléctrica.
- Inspeccionar que no existan:
 - Puntos calientes
 - Brasas
 - Riesgo de fuego por escoria acumulada
 - Mantener vigilancia mínima de 30 minutos (cuando aplique).
 - Registrar la ejecución del trabajo en el formato correspondiente.

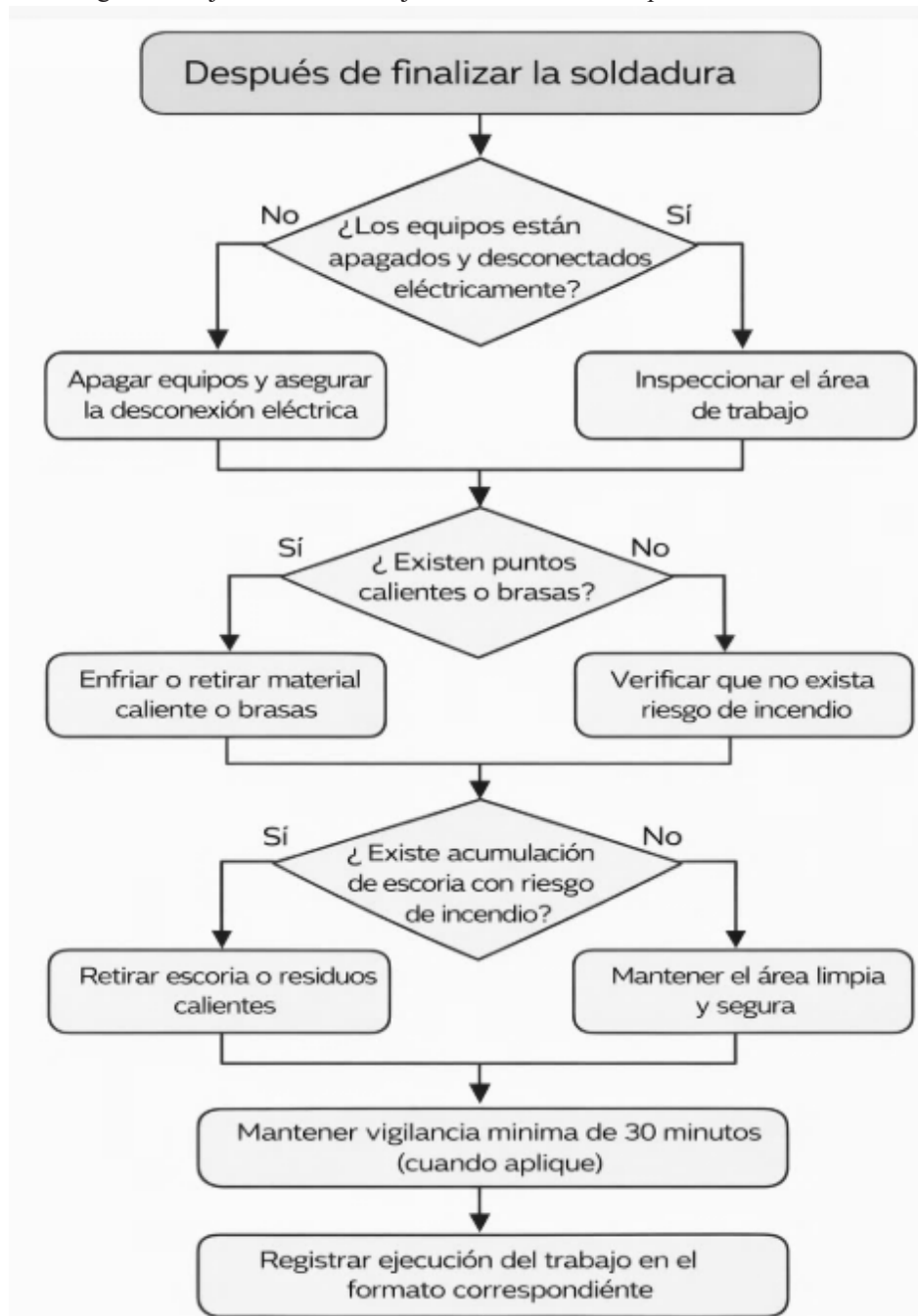


Gráfico 22. Procedimiento después de finalizar la soldadura.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

6. MEDIDAS DE CONTROL HIGIÉNICO (HUMOS DE SOLDADURA)

Carrocerías Fabri aplicará la jerarquía de controles para reducir exposición:

Controles de ingeniería

- Extractor portátil con manga móvil para puestos de soldadura.
- Ventilación natural cruzada o mecánica.
- Definición de áreas fijas para soldadura de alta intensidad.

Controles administrativos

- Rotación de tareas cuando sea posible.
- Programación de soldadura por turnos para evitar exposición prolongada.
- Capacitación en “posición de trabajo y control del humo”.

EPP respiratorio

- Uso obligatorio de respiradores con filtros P100.
- Registro de entrega, capacitación y cambio de filtros.

7. DOCUMENTOS Y REGISTROS ASOCIADOS (FABRI)

Este procedimiento se complementa con los siguientes registros:

- Permiso de Trabajo en Caliente (cuando aplique)
- Checklist de verificación previa al trabajo
- Registro de inspección de equipos de soldadura
- Registro de entrega y control de EPP
- Registro de capacitación
- Registro de incidentes / actos inseguros
- Registro de mantenimiento de extractor / ventilación
- Informe de mediciones higiénicas (TWA / STEL / NA)

8. ACCIONES EN CASO DE EMERGENCIA

- Suspender la soldadura inmediatamente.
- Activar extintor si hay conato.
- Informar al Supervisor y SST.
- Atender al trabajador si hay quemadura o inhalación aguda.
- Registrar el evento y aplicar acciones correctivas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Christian Jerez.	Ing. Lara Calle. Mg.	Ing. Henry Yancha.
Fecha: 15/12/2025	Fecha: 15/12/2025	Fecha: 15/12/2025

Propuesta del sistema de ventilación local extractora (VLE) en puntos de soldadura fija.

La exposición a humos de soldadura y material particulado constituye uno de los principales riesgos higiénicos en Carrocerías Fabri. La Ventilación Local Extractora (VLE) es un control de ingeniería prioritario, porque captura los contaminantes en la fuente antes de que se dispersen en el ambiente de trabajo, reduciendo la exposición del soldador y contribuyendo al cumplimiento de requisitos de SST e IESS. Diseñar e implementar un sistema de Ventilación Local Extractora (VLE) en puntos de soldadura fija, complementado con un sistema portátil de extracción con manga móvil, para reducir la concentración de humos metálicos y material particulado en la zona de respiración del soldador, garantizando un control eficaz y verificable del riesgo higiénico.

Esta propuesta aplica a las estaciones de soldadura fija en las áreas de estructurado y armado de Carrocerías Fabri, incluyendo captación, ductería, extracción, filtración (si aplica), descarga, procedimiento de uso y mantenimiento. Se integran los diseños referenciales de la NTP 7: Soldadura Prevención de Riesgos Higiénicos, desarrollados para el control de humos de soldadura en Carrocerías Fabri como se presenta en la Imagen 12 y 13.

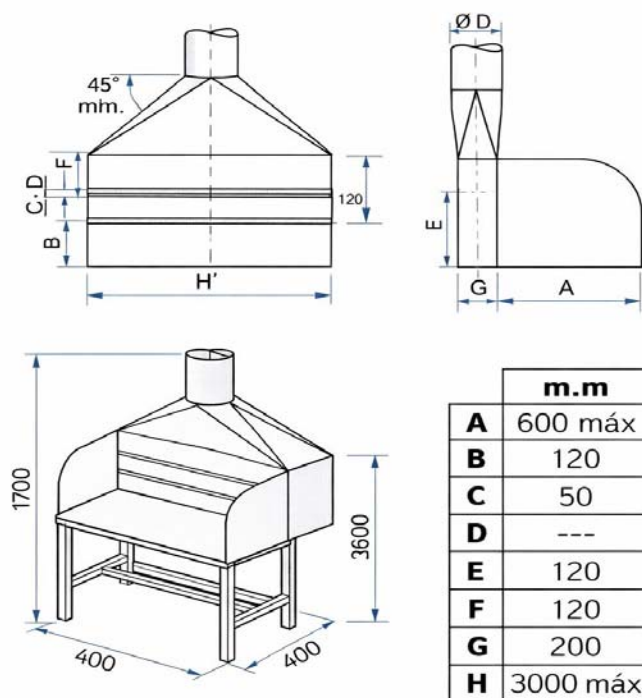


Imagen 12. Sistema de ventilación local extractora.

Fuente: NTP 7: Soldadura Prevención de Riesgos Higiénicos (2026)



Imagen 13. Sistema de ventilación local extractora 3D.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Propuesta de uso de extractores móviles en trabajos de estructurado y armado de furgones. Cuando el trabajo requiere movilidad del operario, como ocurre al soldar estructuras o piezas de gran tamaño, el uso de mesas de soldadura con extracción integrada resulta inviable; en estos casos, es necesario implementar bocas de captación de humos pequeñas y desplazables, que puedan reubicarse fácilmente cerca del punto de emisión para asegurar una aspiración eficiente.

La NTP 7: Soldadura Prevención de Riesgos Higiénicos recomienda como se presenta en la imagen 14 siguiente:

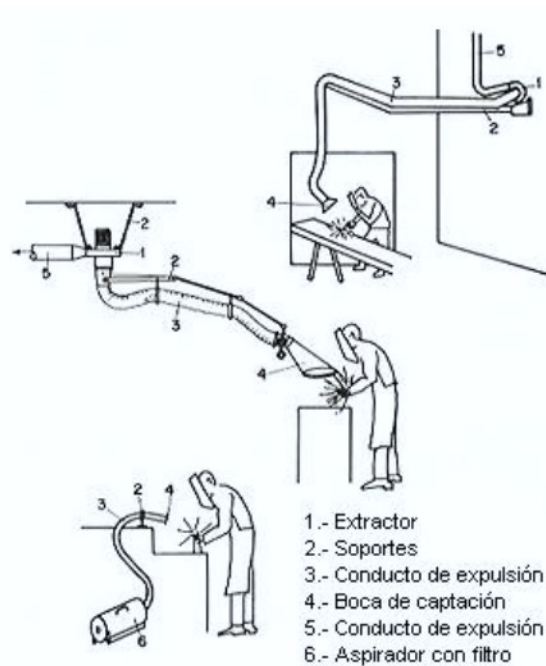


Imagen 14. Extractores móviles
Fuente: La NTP 7: Soldadura Prevención de Riesgos Higiénicos

Propuesta de sistema de extracción móvil:

La propuesta de implementación de un sistema de extracción móvil de humos de soldadura en Carrocerías Fabri constituye una medida de control de ingeniería esencial, especialmente cuando las actividades de soldadura se realizan en áreas cerradas, confinadas o con ventilación limitada, donde la dispersión natural de los contaminantes es mínima y la concentración de humos metálicos, gases y material particulado puede incrementarse rápidamente.

En estos escenarios, el trabajador se encuentra expuesto a mayores niveles de contaminación en su zona de respiración, aumentando el riesgo de irritación respiratoria, intoxicaciones agudas y efectos crónicos asociados a metales presentes en los humos de soldadura. Por ello, el uso de sistemas portátiles con manga móvil permite captar el contaminante directamente en la fuente, adaptarse a diferentes puestos de trabajo y mejorar significativamente las condiciones higiénicas del taller, fortaleciendo la prevención y el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos por el IESS y la higiene industrial. Se propone un sistema como el diseño que se presenta a continuación en la imagen 15:

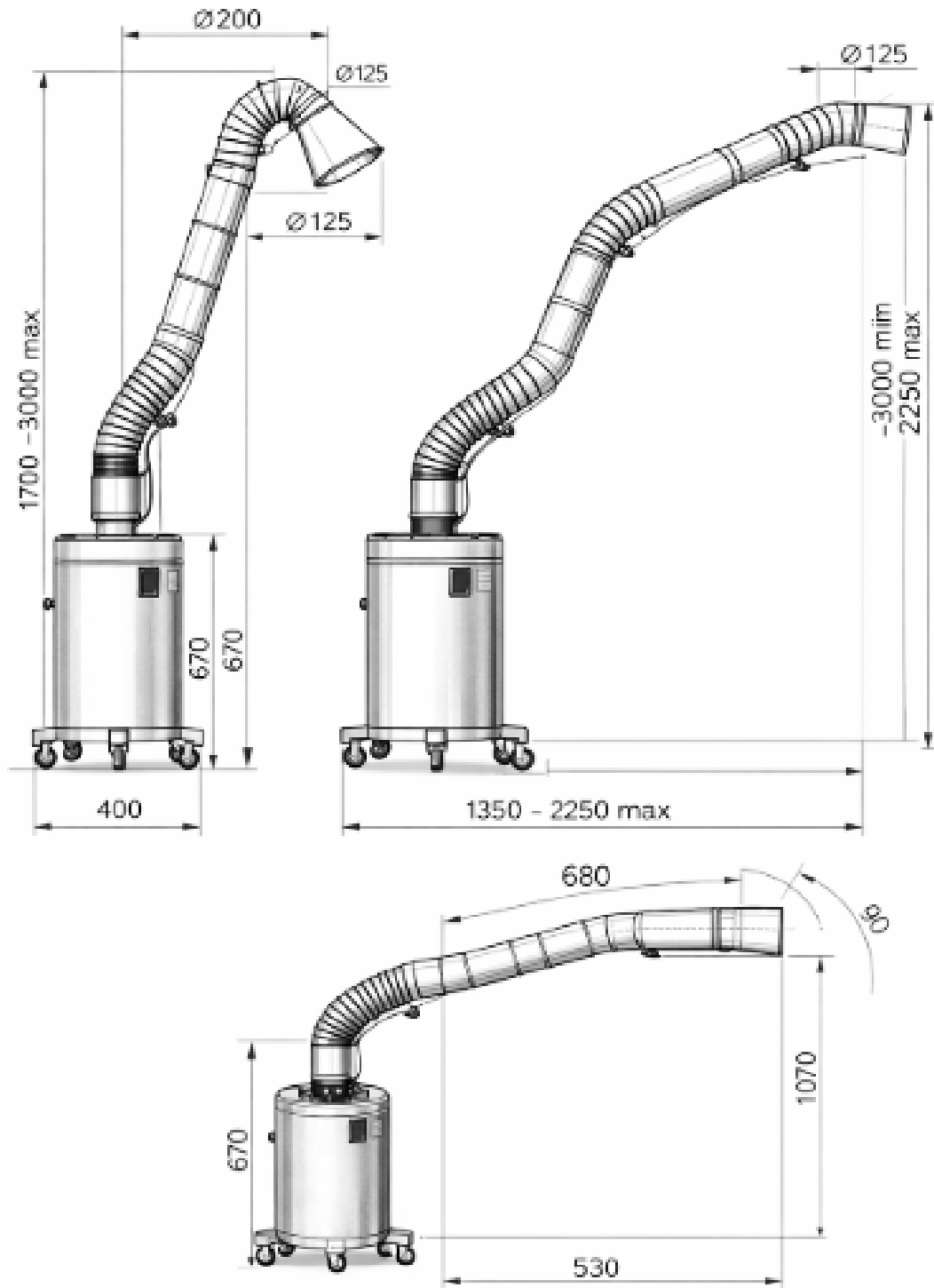


Imagen 15. Sistema de extracción móvil de humos.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).



Imagen 16. Sistema de extracción móvil de humos 3D.
Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Propuesta de extracción de humos comercial.

El extractor de humo portátil Python Portable Floor Sentry, modelo SS-300-PYT, es un sistema de extracción de dos brazos diseñado para aplicaciones donde la captación del contaminante resulta compleja debido a la ubicación o accesibilidad del punto de emisión. Este equipo es especialmente útil en trabajos como la soldadura en estructuras cerradas o de gran tamaño, por ejemplo, en tanques o zonas de difícil acceso, donde se requiere el uso de una manguera de mayor alcance. El sistema incorpora una manguera flexible resistente al fuego de aproximadamente 12 pies (3,66 m), equipada con una campana de captación magnética con controlador, lo que permite fijarla directamente sobre superficies metálicas y mantenerla estable sin necesidad de que el operador sostenga manualmente la manguera durante la operación. Adicionalmente, existe la posibilidad de implementar una manguera opcional de 25 pies (7,62 m), ampliando el rango de cobertura y facilitando la captación eficiente de polvo, humo y vapores en distintos escenarios operativos.



Imagen 17. Sistema de extracción móvil Python Para Humo.
Fuente: (Extractores Portátiles Python Para Humo, 2026.)

Programación de pausas activas y límites de tiempo continuo de soldadura.

Rotación de tareas entre soldadores.

El objetivo de este lineamiento interno en Carrocerías Fabri es establecer pausas activas planificadas y límites de tiempo continuo de soldadura, con el fin de disminuir la carga física, la fatiga y la exposición acumulada de los trabajadores a humos de soldadura, gases y material particulado, fortaleciendo la prevención de afecciones musculoesqueléticas y respiratorias durante la jornada. Para ello, como criterio técnico interno, se define que no se permitirá soldar de manera continua por más de 60 minutos sin realizar una pausa activa, aplicando obligatoriamente descansos de 5 a 10 minutos por cada 60 minutos de trabajo en soldadura, y recomendando adicionalmente que cada trabajador no supere 4 horas acumuladas de soldadura al día, mediante la rotación planificada de tareas hacia actividades como corte, pulido, armado o pintura, manteniendo un control operativo eficiente y verificable.

La rotación de tareas se presenta Tabla 37.

Tabla 37. Rotación de Tareas.

Bloque	Actividad	Tiempo	Acción
1	Soldadura / armado	60 min	Trabajo
	Pausa activa	5–10 min	Estiramiento + respiración + hidratación
2	Corte / pulido	60–90 min	Cambio de exposición
	Pausa activa	5 min	Movilidad hombros y espalda
3	Soldadura / estructurado	60 min	Trabajo
	Pausa activa	5–10 min	Descanso controlado
4	Pintura / preparación	60–90 min	Cambio de riesgo

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

La pausa activa puede aprovecharse para el cambio de consumibles, limpieza de área, revisión de extractor móvil, hidratación.

Pausas activas recomendadas (5 minutos):

Cuello y hombros (rotación suave)

El ejercicio mostrado consiste en una serie de movimientos suaves de movilidad para el cuello y los hombros, diseñados para reducir la tensión muscular y mejorar la flexibilidad en la zona cervical y del trapecio. Primero, la persona gira lentamente la cabeza hacia la derecha, manteniendo la espalda recta y los hombros relajados. Luego, vuelve la cabeza al centro y posteriormente la gira hacia la izquierda, realizando el movimiento de forma controlada y sin forzar el cuello. Finalmente, se realizan rotaciones de hombros en círculos, moviéndolos hacia adelante y hacia atrás para liberar la tensión acumulada en la parte superior del cuerpo, se presenta en la imagen 18.



Imagen 18. Cuello y hombros (rotación suave)

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Estiramiento de espalda y brazos

El ejercicio mostrado corresponde a un estiramiento de espalda y brazos, diseñado para mejorar la movilidad de la parte superior del cuerpo y aliviar la tensión muscular. Primero, se deben entrelazar las manos al frente del cuerpo y estirar los brazos hacia

adelante, manteniendo los hombros relajados. Luego, se inclina ligeramente el tronco hacia adelante mientras se empuja la espalda hacia atrás, lo que permite estirar la zona dorsal y los músculos de la espalda. Finalmente, se elevan los brazos por encima de la cabeza, manteniendo las manos juntas y extendiendo el cuerpo hacia arriba para favorecer el estiramiento de los hombros, brazos y columna vertebral. Imagen 19.



Imagen 19. Estiramiento de espalda y brazos

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Apertura torácica (mejora respiración)

El ejercicio corresponde a una apertura torácica orientada a mejorar la respiración y la movilidad de la parte superior del cuerpo. Para realizarlo, la persona comienza colocando las manos entrelazadas detrás de la espalda y extendiendo los brazos hacia atrás, lo que permite abrir el pecho y activar los músculos de los hombros y la zona torácica. Luego, se estiran los brazos hacia los lados mientras se expande el pecho, manteniendo los hombros relajados y la espalda recta. Durante el movimiento es importante respirar profundamente, favoreciendo la expansión de la caja torácica y mejorando la capacidad respiratoria.



Imagen 20. Apertura torácica (mejora respiración)

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Manos y muñecas (para pulido y esmerilado)

El ejercicio presentado corresponde a una serie de movimientos de estiramiento y fortalecimiento para las manos y las muñecas, orientados a mejorar la movilidad articular y prevenir molestias por movimientos repetitivos. Primero, se extiende el brazo al frente con la palma de la mano hacia adelante, estirando suavemente los músculos de la muñeca y el antebrazo. Luego, se flexiona la muñeca hacia abajo, manteniendo el brazo extendido para aumentar el estiramiento. En el tercer paso, se realizan rotaciones de muñeca en movimientos circulares, lo que ayuda a mejorar la flexibilidad y lubricación de la articulación. Finalmente, se aprieta el puño con fuerza durante tres segundos y luego se suelta durante otros tres segundos, repitiendo el ejercicio varias veces para fortalecer los músculos de la mano y mejorar la circulación. Imagen 21.



Imagen 21. Manos y muñecas (para pulido y esmerilado)

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Hidratación y recuperación breve

La hidratación y recuperación breve dentro de las pausas activas corresponde a un período corto planificado en el que el trabajador interrumpe la actividad de soldadura para reponer líquidos, reducir el esfuerzo fisiológico y favorecer la recuperación del cuerpo frente al calor, la carga física y la exposición ambiental del taller. En Carrocerías Fabri, esta acción se considera una medida preventiva complementaria, ya que contribuye a disminuir la fatiga, mejorar la concentración, prevenir calambres y reducir el estrés térmico, recomendándose que durante la pausa el trabajador consuma agua en pequeñas cantidades, respire en un área con mejor ventilación y realice una recuperación controlada antes de retomar la operación.

Rotación Higiénica de Tareas entre Soldadores.

La recomendación de rotación se presenta en la tabla 38 y 39.

Tabla 38. Turno de mañana (4h)

Trabajador	Bloque 1 (2h)	Bloque 2 (2h)
Trabajador 1	Soldadura	Corte / preparación
Trabajador 2	Corte / armado	Soldadura
Trabajador 3	Pulido	Pintura / preparación
Trabajador 4	Soldadura	Pulido

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Se rota cruzado para equilibrar exposición:

Tabla 39. Turno tarde (4h)

Trabajador	Bloque 3 (2h)	Bloque 4 (2h)
Trabajador 1	Pulido	Soldadura
Trabajador 2	Soldadura	Armado / ajuste
Trabajador 3	Corte	Soldadura
Trabajador 4	Pintura / preparación	Corte

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Gerente apoya en picos de producción o reemplazo temporal sin romper la rotación (máximo 1–2h). Si un trabajador ya completó 2 bloques de soldadura en el día, debe rotar a otra tarea, salvo emergencia productiva (debe justificarse).

Restricción de Acceso a Áreas de Soldadura

El objetivo es evitar que personal no protegido se exponga a humos, radiación UV, chispas y proyección de partículas. Con alcance a las áreas de estructurado y armado donde se ejecuta soldadura activa. Aplica a trabajadores, visitas, proveedores y personal administrativo.

Normas de acceso a Carrocerías Fabri

Durante soldadura activa solo ingresan personas autorizadas y con EPP mínimo:

- Careta de seguridad



- Mascarilla o respirador según riesgo



- Guantes.



Se delimita el área con:

- Cinta amarilla de seguridad



- Señalética visible



Prohibido ingresar:



- Sin autorización del Supervisor
- Sin protección ocular
- Con ropa inflamable o expuesta

Checklist diario de Control de Área con:

Extintor portátil

Verificar que el extintor asignado al área se encuentre en su punto de ubicación establecido, con acceso libre de obstrucciones, manómetro en zona verde (presión operativa), precinto de seguridad intacto, etiqueta de inspección vigente y carga correspondiente al tipo de fuego presente en el sector (Clase A, B o C según aplique).

Señalización de seguridad.

Confirmar que la señalización normativa esté correctamente instalada en los puntos requeridos, en condiciones legibles, sin deterioro físico ni obstrucción visual. Incluye señales de advertencia, prohibición, obligación, evacuación y lucha contra incendios, conforme a la normativa INEN 439 o equivalente vigente.

Sistema de extracción / ventilación

Comprobar el funcionamiento operativo del sistema de extracción localizada o ventilación general del área, verificando encendido, caudal de aire perceptible, ausencia de ruidos anómalos y estado físico de ductos, rejillas y filtros. Registrar cualquier anomalía que comprometa el control de contaminantes en la zona de trabajo.

Delimitación y demarcación del área

Verificar que los límites del área de trabajo se encuentren correctamente demarcados mediante cintas, barreras, conos o señalización en piso, conforme al layout establecido. Confirmar que no existan invasiones de zonas restringidas por personal no autorizado ni por materiales o equipos fuera de lugar.

Equipos de Protección Personal (EPP)

Constatar que el personal que opera en el área cuente con los EPP específicos para los riesgos presentes (según matriz de EPP del puesto), que estos se encuentren en buen estado estructural y funcional, correctamente colocados y dentro de su vida útil. Incluye verificación de: casco, lentes, guantes, calzado de seguridad, protección respiratoria y cualquier EPI adicional requerido por el proceso.

Programa de Mantenimiento Preventivo de Equipos de Soldadura y Control de Humos.

El objetivo es garantizar que equipos y sistemas operen de forma segura, eficiente y sin fallas que incrementen el riesgo.

Equipos incluidos

- máquinas de soldar
- porta electrodo y pinza a tierra
- cables y extensiones
- esmeriles/pulidoras
- extractor portátil (manga móvil)
- ventilación general
- filtros (si existen)

Plan de mantenimiento preventivo para Carrocerías Fabri.

Diario para operador:

- revisar cables (sin cortes ni empalmes expuestos)
- revisar porta electrodo y pinza
- verificar extractor en funcionamiento (succión visible)
- orden y limpieza del área

Semanal para supervisor:

- limpieza exterior del extractor
- revisar manguera/manga y campana
- verificar fijaciones y soporte
- comprobar niveles de chispa y cableado seguro

Mensual (SST + Supervisor)

- Inspección completa de equipos eléctricos
- Revisión de ventilación del taller
- Mantenimiento de ventilador
- Registro firmado

Trimestral (Técnico / servicio externo)

- Revisión motor extractor
- Mantenimiento mayor

Se deberán desarrollar evidencia para el IESS:

- Registros de mantenimiento + checklist + fotos.
- Mantenimiento preventivo de equipos.
- Señalización de áreas con riesgo químico.

Resultados esperados

Como resultado de la implementación del Manual de Gestión de Higiene Industrial frente a la exposición a humos de soldadura y material particulado en Carrocerías Fabri, se espera lograr una mejora integral en el control de contaminantes generados en los procesos de corte, armado, estructurado, soldadura, pulido y pintura realizados en el taller. La aplicación del sistema permitirá reducir progresivamente la concentración de humos metálicos y gases en la zona de respiración del trabajador, fortalecer la prevención de enfermedades respiratorias y efectos tóxicos asociados a metales como hierro, manganeso, zinc y otros compuestos presentes en la soldadura. Adicionalmente, se espera mejorar la organización preventiva del taller mediante procedimientos operativos estandarizados, registros verificables para auditoría, y controles sostenidos de ingeniería, administrativos y de protección personal.

Resultados específicos esperados

- Reducción de la exposición ocupacional a humos de soldadura y material particulado.
- Implementación de VLE fija y extracción móvil en puntos críticos de emisión.
- Aplicación de rotación de tareas, pausas activas y control de tiempos de soldadura.
- Disminución del riesgo higiénico en la matriz GTC 45 con evidencias documentadas.
- Mayor cumplimiento de requisitos para auditoría del IESS.
- Establecimiento de un sistema de mejora basado en ciclo PHVA.

Expectativas de la empresa.

Carrocerías Fabri, dedicada a la fabricación de furgones y plataformas metálicas en Cunchibamba cantón Ambato, espera que la propuesta higiénica permita consolidar un sistema práctico y aplicable a su realidad operativa, considerando que los trabajadores realizan múltiples funciones dentro del proceso productivo. Las expectativas principales de la empresa se orientan a contar con un sistema de prevención que reduzca la exposición a contaminantes respiratorios sin afectar la productividad del taller, mediante medidas técnicas viables y sostenibles como:

- Implementar controles funcionales que no detengan la producción.
- Disponer de un manual con procedimientos claros, listos para uso diario.
- Contar con registros, formatos y anexos completos para auditoría.

- Mantener control real del riesgo sin depender únicamente del EPP.
- Reducir ausentismo y prevenir enfermedades asociadas a la soldadura.
- Mejorar condiciones del taller y reputación preventiva ante inspecciones.

Cronograma de actividades

El cronograma de actividades se presenta en la tabla, se implementará en julio de 2026, se presenta en la tabla 40.

Tabla 40. Cronograma de implementación.

Fase	Actividad	Responsable	Semana							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Socialización del manual y política (ISO 45001)	Gerencia + SST	■	■						
1	Capacitación en riesgos por humos de soldadura	SST	■	■						
2	Levantamiento de puestos críticos y plano de distribución	SST + Producción		■	■					
2	Aplicación inicial de matriz GTC 45	SST		■	■					
3	Implementación de pausas activas y rotación	Supervisor		■	■	■	■	■	■	■
3	Señalización preventiva y delimitación de áreas	SST			■	■				
4	Implementación de extractor móvil (manga portátil)	Producción				■	■			
4	Implementación VLE fija en punto crítico	Producción + Técnico					■	■		
5	Programación y ejecución de mantenimiento preventivo	Supervisor					■	■	■	■
6	Mediciones higiénicas post implementación	SST						■	■	
6	Informe final + plan de mejora continua	SST + Gerencia							■	■

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Análisis de costos

La aplicación de la propuesta higiénica implica una inversión estratégica que se justifica por la reducción del riesgo ocupacional, la prevención de enfermedades profesionales, el mejoramiento del ambiente laboral y la disponibilidad de evidencia documental para auditorías. La inversión se organiza en componentes de control de ingeniería, administrativos, capacitación, señalización, registros y seguimiento higiénico, se presenta en la tabla 41.

Tabla 41. Costo de la propuesta.

Categoría	Actividad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Subtotal (USD)
Controles de ingeniería	Extractor portátil con manga móvil (industrial)	1	3.000	3.000
Controles de ingeniería	Sistema VLE fijo (campana + ducto + extractor)	1	2.500	2.500
Controles de ingeniería	Instalación técnica / soportes / ductería	1	800	800
Controles de ingeniería	Puesta a punto / mantenimiento inicial	1	300	300
Controles administrativos y documentales	Impresión de manual controlado + anexos	2	40	80
Controles administrativos y documentales	Carpetas técnicas para auditoría IESS	2	15	30
Controles administrativos y documentales	Señalización de riesgo químico (lote)	1	120	120
Capacitación y entrenamiento	Capacitación externa (opcional)	1	250	250
Medición y verificación higiénica	Muestreo personal / laboratorio externo (opcional)	1	600	600
Medición y verificación higiénica	Informe técnico de exposición	1	200	200
			TOTAL GENERAL (USD)	7.880

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

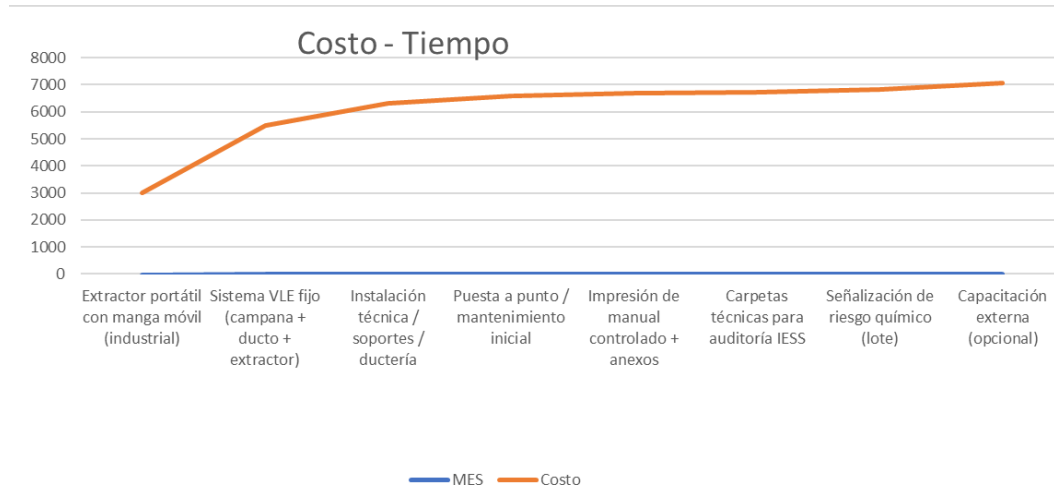


Gráfico 23. Análisis de costo y tiempo Curva S.

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

La elaboración del manual ha permitido identificar y proponer estrategias para reducir de forma efectiva los riesgos asociados a la exposición a humos metálicos, asegurando un ambiente laboral más seguro y saludable. Se entrega a la empresa un documento que permitirá gestionar de forma adecuada el riesgo químico.

Se diagnosticó en la empresa, los resultados obtenidos en la evaluación de los procesos en Carrocerías Fabri destacan que los riesgos químicos son, sin duda, los peligros más críticos para la salud de los trabajadores, superando a los riesgos físicos y ergonómicos, la exposición a humos de soldadura y a los agentes químicos utilizados en el proceso de pintado ha demostrado un nivel de riesgo elevado debido a la toxicidad y la facilidad de inhalación de estas sustancias. Los humos de soldadura contienen mezclas complejas de óxidos metálicos y gases peligrosos, mientras que los procesos de pintado involucran solventes y compuestos orgánicos volátiles, ambos con riesgos de toxicidad aguda y crónica.

La revisión de la literatura y la normativa vigente ha permitido comprender mejor los impactos en la salud de los trabajadores, la exposición continua a los humos de soldadura puede dar lugar a una serie de enfermedades tanto agudas como crónicas. Entre las más comunes se encuentran la irritación respiratoria y ocular, que se manifiesta con tos, dificultad para respirar y dolor ocular, y la fiebre del humo metálico, que causa síntomas similares a los de una gripe. A largo plazo, la inhalación prolongada de estos humos puede provocar enfermedades respiratorias crónicas, como la bronquitis crónica y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), además de daños neurológicos, como la neuropatía por manganeso, que afecta el sistema nervioso central.

La propuesta ha generado un manual útil y aplicable, que incluye protocolos de prevención, monitoreo y capacitación, garantizando que las medidas de control sean sostenibles y efectivas. Este manual no solo cumple con el objetivo general de proteger la salud de los trabajadores, sino que también establece un modelo preventivo integral y sostenible, alineado con las mejores prácticas de seguridad y salud ocupacional.

Recomendaciones

Es fundamental continuar con los controles de ingeniería y la implementación y mejora de sistemas de ventilación local extractora (VLE) y de extracción móvil en los puntos críticos de emisión, para reducir la concentración de contaminantes en el ambiente laboral.

Se recomienda mantener programas de formación periódica para los trabajadores, enfocándose en la correcta utilización del equipo de protección personal (EPP), la identificación temprana de riesgos y la aplicación de protocolos de seguridad.

Se puede recomendar desarrollar un programa continuo de medición y evaluación de la calidad del aire utilizando tecnologías avanzadas, como monitores portátiles, para detectar y controlar de manera oportuna cualquier aumento en la concentración de contaminantes.

Se sugiere profundizar en estudios que analicen la efectividad de nuevas tecnologías de control, así como la investigación de alternativas menos tóxicas en los procesos de soldadura y pintado, para minimizar los riesgos químicos a largo plazo.

Es vital fomentar una cultura de seguridad y prevención dentro de la empresa, involucrando a todos los niveles del personal en la identificación y gestión de los riesgos, garantizando un entorno de trabajo más seguro y saludable


BIBLIOGRAFÍA:

- Alvarez, N. E. (2023). *Evaluación de riesgos e implementación de prácticas de higiene, seguridad y ambiente de trabajo*. <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/28457>
- Berger, L. (2025). *PRL asociada a la exposición a agentes cancerígenos y reprotóxicos en el sector de las ITVs*.
- Calera Rubio, A. A., María Roel Valdés, J., Casal Lareo, A., & Gadea Merino Fernando Rodrigo Cencillo, R. (2005). RIESGO QUÍMICO LABORAL: ELEMENTOS PARA UN DIAGNÓSTICO EN ESPAÑA. *Rev Esp Salud Pública*, 79(2), 283–295.
- Castejón Vilella, E., & Sotorra, J. R. (1982). *NTP 7: Soldadura. Prevención de Riesgos Higiénicos*.
- Guzman Galarza, F. P., Freire Mosquera, A., & Gallegos Idrobo, S. (2025). Estudio técnico del Impacto del Decreto Ejecutivo 255 en el Ecuador tras un año de vigencia. *GADE: Revista Científica, ISSN-e 2745-2891, Vol. 5, Nº. 1, 2025 (Ejemplar Dedicado a: Gestión Administrativa, Deporte y Educación)*, Págs. 729-742, 5(1), 729–742. <https://doi.org/10.63549/rg.v5i1.646>
- de los Pinos, A. J. C., García, M. de las N. G., & Baptista, J. S. (2023). Análisis lingüístico para la comunicación de la evaluación de riesgos laborales con el método L-pac en un entorno de inteligencia artificial. *ORPjournal*, (1), 42.
- Enrique, P., Quishpe, B., Angelica, M., Sanchez, J., Vladimir, L., Chica, L., Geovanny, B., Pazmiño, O., Vladimir, W., & Morales, C. (2023). Evaluación higiénica de material particulado en trabajos de soldadura de la empresa SIMSA METALMECANICA S.A. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7663–7685. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I2.5904
- Extractores portátiles Python para humo*. (n.d.). Retrieved January 30, 2026, from <https://www.sentryair.com.mx/specs/SS-300-PYT.htm>
- Galvis, E. T. C., Galvis, E. T. C., Romero, D. Z., Rubiano, M. M. Q., & Izquierdo, M. J. C. (2025). Revisión de literatura sobre gamificación aplicada a la formación e información frente al peligro mecánico en ambientes laborales durante los años 2013 al 2023. *Gestión de La Seguridad y La Salud En El Trabajo*, 7(1), 145–156. <https://doi.org/10.15765/531fpz52>
- Gupta, A. K., Chouksey, V. K., & Pandey, A. (2024). Health assessment of welding by-products in a linear welding automation: Temperature and smoke concentration measurements. *Journal of Applied Research and Technology*, 22(1), 67–74. <https://doi.org/10.22201/ICAT.24486736E.2024.22.1.2206>
- Guzman Galarza, F. P., Freire Mosquera, A., & Gallegos Idrobo, S. (2025). Estudio técnico del Impacto del Decreto Ejecutivo 255 en el Ecuador tras un año de vigencia. *GADE: Revista Científica*, 5(1), 729–742. <https://doi.org/10.63549/RG.V5I1.646>
- Herrick H, R. F. (2025). *Riesgos Laborales Químicos - INSST*. Retrieved August 27, 2025, from <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-quimicos>

- Howard, J. (2024). *The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*.
- ISO. (2018). *NORMA INTERNACIONAL ISO 45001*.
- Lara-Calle, A., Espinoza-Tenemaza, J., & Buele, J. (2025). Monitoring Air Pollutants in Industrial Settings: a Study in Tungurahua, Ecuador. *Lecture Notes in Networks and Systems, 1448 LNNS*, 125–134. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93106-2_12
- López Camargo José Manuel. (2002). *Reglamento Técnico para Evaluación de Humos Metálicos de Soldadura*.
- Nwogweze, B. C., Ofili, M. I., Anachuna, K. K., & Mbah, A. O. (2024). Serum zinc levels and body composition variability as trajectory for hyperlipidemic and dyslipidemic effect among welders exposed to welding fumes and smoking: A biomarker for cardiovascular health. *Toxicology Reports, 12*, 607–613. <https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2024.05.008>
- Ossa Vega, D. A. (2019). *Evaluación cualitativa del riesgo químico mediante diferentes modelos de la higiene industrial inversa*.
- Pacheco, D. E. P., Pacheco, D. E. P., Ortega, D. F. V., Lara, J. P. Ñ., Silva, K. R. L., & Zambrano, M. L. Z. (2024). Evaluación del impacto de la exposición laboral en la salud respiratoria, una revisión bibliográfica. *Polo Del Conocimiento, 9*(8), 855–865. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i8.7730>
- Rodríguez, J. O., Rojas, L. R., & Barbosa, M. S. (2023). La higiene industrial en el contexto colombiano. *Mare Ingenii, 5*(2), 29–41. <https://doi.org/10.52948/MARE.V5I2.941>
- Rosenman, K. D., & Reilly, M. J. (2025). Work-Related Asthma Mortality, Michigan 2003-2023. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 67*(6), 459–461. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000003377>
- Sakabe, H. (1978). Reflexiones sobre los límites de exposición a sustancias peligrosas en suspensión en el aire. *Revista Internacional Del Trabajo, 97*(4), 481–493.
- Shedd, J. S. (2022). *PHOTOTHERMAL DESORPTION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM BUCKYPAPER SORBENTS, FOR OCCUPATIONAL EXPOSURE ASSESSMENT*.


Anexo 1.

Tabla 42. Matriz GTC 45 Cambio de correas.

		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS														
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:		RESPONSABLE		CENTRO DE TRABAJO												
23/10/2025		CHRISTIAN JEREZ		CENTRO DE TRABAJO												
ACTIVIDADES	TAREA	RUTINARIA O NO RUTINARIA	DESCRIPCIÓN	PELIGRO	EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO						VALORACIÓN DEL RIESGO	
						Fuente	Medio	Receptor	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE PROBABILIDAD (ND X NE)	INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN		INTERPRETACION DEL NIVEL DEL RIESGO NR
Cambio de correas.	EMBAQUE DE FURGON	RUTINARIA	Exposición a atrapamientos.	FÍSICO	Aplastamiento de extremidades	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
Cambio de correas.	CORTE DE PUNTOS DE SOLDADURA DE CORREA	RUTINARIA	Exposición a humo y polvo	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	60	1080	I	No Acceptable
Cambio de correas.	RETIRADA DE CORREAS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	BIOLÓGICO	Enfermedades infecto contagiosas	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
Cambio de correas.	ARMADO DE CORREAS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	BIOLÓGICO	Enfermedades infecto contagiosas	No existe	No existe	No existe	3	3	9	-	25	225	II	Acceptable
Cambio de correas.	INSPECCION DE CORREAS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	FÍSICO	Enfermedades bacterianas	No existe	No existe	No existe	4	3	12	Alto	25	300	II	Acceptable
Cambio de correas.	COLOCACION DE CORREAS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	FÍSICO	Corte en extremidades	No existe	No existe	No existe	4	3	12	Alto	25	300	II	Acceptable
Cambio de correas.	INSPECCION DE COLOCACION	RUTINARIA	Exposición a cortes.	FÍSICO	Enfermedad infecto contagiosa.	No existe	No existe	No existe	4	3	12	Alto	25	300	II	Acceptable

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 43. Matriz GTC 45 Refuerzo de correas.

		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS														
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	23/10/2025	RESPONSABLE	CHRISTIAN JEREZ	EVALUACION DEL RIESGO						REFUERZO DE CORREAS		VALORACION DEL RIESGO				
ACTIVIDADES	TAREA	RUTINARIA O NO RUTINARIA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	EFFECTOS POSIBLES	Fuente	Medio	Receptor	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE PROBABILIDAD (ND X NE)	INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN	INTERPRETACION DEL NIVEL DEL RIESGO NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
REFUERZO DE CORREAS	CORTE DE REFUERZOS CORREA EN G	RUTINARIA	Exposición a atrapamientos.	FÍSICO	Aplastamiento o corte	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
REFUERZO DE CORREAS	PULIDO DE CORTE	RUTINARIA	Exposición a humo y polvo	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	3	9	-	25	225	II	Acceptable
REFUERZO DE CORREAS	PUNTIADO DE REFUERZOS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	No existe	No existe	No existe	4	6	24	Muy Alto	25	600	I	No Aceptable
REFUERZO DE CORREAS	INSPECCION DE REFUERZOS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	FÍSICO	Enfermedades infecto contagiosas	No existe	No existe	No existe	3	3	9	-	25	225	II	Acceptable
REFUERZO DE CORREAS	REMATADO DE REFUERZOS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	QUÍMICO	Enfermedades bacterianas	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	25	450	II	No Aceptable


Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 44. Matriz GTC 45 colocación de estabilizadores.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS																
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:		23/10/2025		RESPONSABLE		CHRISTIAN JEREZ		EVALUACION DEL RIESGO		COLOCACION DE ESTABILIZADORES						
ACTIVIDADES	TAREA	RUTINARIA O NO RUTINARIA	DESCRIPCIÓN	PELIGRO	EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACION DEL RIESGO			VALORACION DEL RIESGO				
						Fuente	Medio	Receptor	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE PROBABILIDAD (ND X NE)		NIVEL DE INTERPRETACIÓN	NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN	INTERPRETACION DEL NIVEL DEL RIESGO NR
COLOCACION DE ESTABILIZADORES	CORTE DE TUBOS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	FÍSICO	Aplataamiento o corte	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
REFUERZO DE CORREAS	PULIDO DE CORTE	RUTINARIA	Exposición a humo y polvo	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	3	9	-	25	225	II	ACEPTABLE
REFUERZO DE CORREAS	PUNTADO DE ESCUADRAS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	No existe	No existe	No existe	4	6	24	Muy Alto	25	600	I	No Aceptable
REFUERZO DE CORREAS	INSPECCION DE ESCUADRAS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	BIOLÓGICO	Enfermedades infecto contagiosas	No existe	No existe	No existe	3	3	9	-	25	225	II	ACEPTABLE
REFUERZO DE CORREAS	REMATADO DE ESCUADRAS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	FÍSICO	Enfermedades bacterianas	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	25	450	II	No Aceptable

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).

Tabla 45. Matriz GTC 45 Colocado de puertas.

		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS													
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	23/10/2025	RESPONSABLE	CHRISTIAN JEREZ			EVALUACIÓN DEL RIESGO					COLOCACION DE PUERTAS	VALORACION DEL RIESGO			
ACTIVIDADES	TAREA	RUTINARIA O NO RUTINARIA	DESCRIPCIÓN	EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE PROBABILIDAD (ND x NE)	INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD (NIVEL DE CONSECUENCIAS (NCI)	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN	NIVEL DEL RIESGO NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	
					Fuente	Medio	Receptor								
		PELIGRO													
		CLASIFICACIÓN													
COLOCACION DE PUERTAS	MEDIDA Y MARCADO DE PUERTA	RUTINARIA	Exposición a malas posturas	Lesiones musculoesqueléticas.	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	CORTE Y RETRADA DE PLANCHAS	RUTINARIA	Exposición a cortes.	Cortes	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	SEÑALADO Y CORTE DE PLANCHAS 1,4 GALVANIZADOS	RUTINARIA	Exposición a malas posturas	Lesiones musculoesqueléticas.	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	DOBLADO DE PLANCHAS	RUTINARIA	Exposición a malas posturas	Lesiones musculoesqueléticas.	No existe	No existe	No existe	2	3	6	Medio	25	150	II	Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	INSPECCION DEL DOBLADO	RUTINARIA	Exposición a malas posturas	Lesiones musculoesqueléticas.	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	25	150	II	Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	ESTRUCTURADO DE MARCO DE PUERTAS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	Enfermedades respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	60	1080	I	No Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	INSPECCION DE MEDIDAS DE PUERTAS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	Enfermedades respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	25	450	II	No Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	ARMADO DE PUERTAS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	Enfermedades respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	25	450	II	No Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	COLOCACION DE PUERTAS	RUTINARIA	Exposición a humo de suelda.	Enfermedades respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	25	450	II	No Acceptable
COLOCACION DE PUERTAS	PIÑADO DE PUERTAS	RUTINARIA	Exposición a químicos.	Enfermedades respiratorias	No existe	No existe	No existe	3	6	18	Alto	25	450	II	No Acceptable

Elaborado por: Jerez, Christian (2026).