



Red de Investigación Estudiantil de la Universidad del Zulia  
Revista Venezolana de Investigación Estudiantil

# REDIELUZ

Sembrando la investigación estudiantil

Vol. 14 N° 1

Enero - Junio 2024



ISSN: 2244-7334  
Depósito Legal: pp201102ZU3769



VAC

Universidad del Zulia  
Vicerrectorado Académico

## SALUD PÚBLICA Y RIESGOS DEL HUMO DE SOLDADURA. ESTRATEGIAS PREVENTIVAS

Public health and risks of welding smoke. Preventive strategies

Yuridia Vera Espinoza<sup>1</sup>, Jimmy Quintanilla Abril<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad, Ecuador. Doctorante en Ciencias de la Salud.

<sup>2</sup>Mgs. Emergencias Hospitalaria.

ORCID: 0000-0003-4105-8877

### RESUMEN

El humo generado en el proceso de soldadura está compuesto de partículas sólidas muy diminutas que pueden causar daño significativo al sistema respiratorio entre otros. El propósito de esta investigación es elaborar una propuesta de salud respiratoria ocupacional en los soldados. Es una investigación proyectiva, descriptiva y transversal; el método se basó en una revisión documental sobre el tema de prevención en el humo de la soldadura para el trabajador de bases de datos internacionales, y luego, presentar estrategias preventivas a corto y largo plazo de salud ocupacional. Se describen seis estrategias preventivas para eliminar o reducir la exposición a estos vapores generados por la soldadura: las primeras cuatro, enfocadas a las condiciones límite de trabajo, la filtración localizada y la capacitación de los soldados; además una proyección a largo plazo con la innovación en sistemas robóticos y el aporte internacional de los aspectos de prevención cristalizados por la experiencia. En conclusión, la actividad de la soldadura debe mejorar las condiciones para eliminar los gases nocivos, por lo cual se implantan medidas para promover políticas públicas e innovación tecnológica que disminuya el riesgo en la salud respiratoria ocupacional para este trabajador.

**Palabras clave:** gases de soldadura, salud pública, estrategias, prevención.

### ABSTRACT

The smoke generated in the welding process is composed of very small solid particles that can cause significant damage to the respiratory system among others. The purpose of this research is to develop a proposal for occupational respiratory health in soldiers. It is a projective, descriptive and transversal investigation; The

method was based on a documentary review on the subject of prevention in welding fumes for the worker from international databases, and then present short- and long-term preventive strategies for occupational health. Six preventive strategies are described to eliminate or reduce exposure to these vapors generated by welding: the first four, focused on the limit conditions of work, localized filtration and the training of soldiers; In addition, a long-term projection with innovation in robotic systems and the international contribution of prevention aspects crystallized by experience. In conclusion, the welding activity must improve the conditions to eliminate harmful gases, for which measures are implemented to promote public policies and technological innovation that reduce the risk in occupational respiratory health for this worker.

**Keywords:** welding gases, public health, strategies, prevention.

**Recibido: 17-11-2023 Aprobado: 24-11-2023**

### INTRODUCCIÓN

La industria metalmeccánica, en especial los procesos de soldadura, es una de las actividades económicas más importantes en esta sociedad industrializada. La soldadura es una técnica donde se unen piezas metálicas a altas temperaturas (Tejedor, 2021). Sin embargo, la soldadura genera alto grado de riesgo a la salud de los trabajadores debido a la emisión de humos metálicos y sus efectos dañinos en la salud. (Puello-Silva, León-Méndez, Gómez-Marrugo, Muñoz-Monroy, & Blanco-Herrera, 2018).

El humo generado en el proceso de soldadura está compuesto de partículas sólidas (que oscilan entre los 10 nanómetros y las 20 micras de tamaño) que se forman cuando se condensan los vapores metálicos. La mayor parte de este humo es respirable y puede penetrar en los pulmones profundamente, donde puede generar daños significativos y pasar al torrente sanguíneo (García-Molano, González-Merchán, & Gil-Arciniegas, 2019). El riesgo se incrementa cuando se requiere que el soldador coloque la cabeza y, por lo tanto, el tracto respiratorio cerca del punto en el que se genera el humo, en virtud que el soldador necesita ver la progresión de la soldadura.

En los países de América Latina y en particular en Ecuador, requieren una orientación hacia el uso de nuevos materiales y nuevas tecnologías, e implementar cambios en los parámetros operativos de la soldadura y de alternativas innovadoras en el ambiente laboral, tales como los sistemas de ventilación o la adecuada disposición de vestimenta para disminuir sus efectos.

También se considera aspectos como la formación sobre la prevención de la exposición tanto en los institutos de formación del soldador como en los entornos laborales, alternativas éstas que se pueden abordar fácilmente desde salud pública para generar políticas, programas y proyectos que apunten a desarrollar aspectos socioculturales.

No cabe duda que, la intervención temprana mediante políticas efectivas en los países en desarrollo y en especial en Ecuador, facilitaría la reducción de los riesgos debidos a la exposición constituyéndose en una política de salud ocupacional cuyo impacto en socio- ambiental repercute de manera directamente proporcional en las personas expuestas a peligros ambientales y laborales en relación con los humos de soldadura cuyas medidas de prevención permitirían a la larga controles realmente satisfactorios. En síntesis, esta realidad que aqueja al Ecuador demanda una mirada clínica prioritaria de salud pública.

El objetivo de este trabajo es elaborar una propuesta de salud respiratoria ocupacional en los soldadores, porque es importante plantear estrategias preventivas y su posterior seguimiento clínico en la reducción de la exposición a las nanopartículas que pueden ser inhaladas y ser dañinas para el trabajador.

Este trabajo para responder a esta pregunta de investigación fundamenta teóricamente los efectos

del humo de soldadura, describe cuáles son los factores que condicionan este efecto dañino y sobre referencias en la prevención de la salud ocupacional de los soldadores. Luego, desde un enfoque descriptivo, proyectivo e interpretativo se proponen estrategias preventivas para eliminar la exposición a los gases nocivos que ocurren durante la soldadura. Finalmente, las consideraciones finales que surgen de las reflexiones a la propuesta planteada para la salud respiratoria ocupacional en soldadura.

## CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Es una investigación proyectiva, descriptiva y transversal. El método se basó en una revisión documental sobre el tema de prevención en el humo de la soldadura para el trabajador de bases de datos internacionales que fundamentaron teóricamente sobre el tema de prevención en soldadura.

Luego, con un enfoque interpretativo se proponen estrategias preventivas a corto y largo plazo de salud respiratoria ocupacional, según los factores que condicionan el efecto dañino y un aspecto de prevención para generar permite diseñar un conjunto de estrategias de prevención cuya implementación garanticen la salud pública para todos quienes se exponen a los gases de soldadura bien por exposición directa, indirecta o residual.

## DESARROLLO

### 1. Efectos del Humo de Soldadura

Durante la soldadura los gases emitidos desprenden partículas sumamente finas las cuales se desprenden de muchos metales por las altas temperaturas (García-Molano, González-Merchán, & Gil-Arciniegas, 2019). También existe el desprendimiento de micropartículas muy finas con los discos usados por las amoladoras. Esto ingresa directo a los pulmones y otros órganos por vía inhalatoria (Campos & Qhispe Gaibor, 2019).

Las continuas inhalaciones de vapores que contienen metales generados por la soldadura y los procesos relacionados soldadores los han llevado a padecer síntomas de carácter respiratorio como:

- Causa del asma (Campos & Qhispe Gaibor, 2019).
- El desarrollo del síndrome clínico conocido como “fiebre por humos metálicos” (Greenberg, 2015).

- Cáncer de pulmón y, posiblemente también, cáncer de riñón en los seres humanos, como fue afirmado en 2017 por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC)
- Irritación de la garganta, los pulmones y los ojos.

## 2. Factores que condicionan el efecto dañino del humo de soldadura

Estas pequeñas partículas sólidas generadas cuando los metales se funden, por su tamaño son respirables para el ser humano y su toxicidad depende de características físicas y químicas, así como de la técnica de soldadura empleada (García-Molano, González-Merchán, & Gil-Arciniegas, 2019).

La cantidad de humo que llegue a inhalar y sus efectos en el soldador tendrá un nivel de daño dependiendo de factores como el gas, la concentración y la duración de la exposición (Bernaola, 2012).

Con respecto al gas, la soldadura expone al personal a vapores gaseosos invisibles como ozono, nitrógeno, óxidos de cromo, óxidos de níquel y monóxido de carbono (Tejedor, 2021). En la soldadura se evidencian humos metálicos como: hierro, manganeso, cromo, níquel, cinc, cobre, estaño y fluoruros, sílice amorfa o formaldehído; cuya composición y efecto dependerá del del material de base y del estado de su superficie, del electrodo y su recubrimiento el tipo de atmósfera de trabajo y de las características propias del proceso (Bernaola, 2012).

En cuanto a la concentración, el plomo por encontrarse en concentraciones con niveles peligrosamente durante el proceso, relacionado generalmente por ser un material de recubrimiento por sus propiedades (Puello-Silva, León-Méndez, Gómez-Marrugo, Muñoz-Monroy, & Blanco Herrera, 2018). En el acero inoxidable, los humos de soldadura contienen altos niveles de compuestos de níquel y cromo VI, que forman parte del grupo de sustancias cancerígenas y peligrosas para la salud (Sjögren, Hansen, Kjuus, & Persson, 1994).

La cuantificación de los niveles de los metales As, Cr, Mn y Pb permitió establecer y comprobar que los trabajadores de las industrias metalme-cánicas se encuentran en peligro por intoxicación provocada por metales pesados a corto, mediano y largo plazo, debido a sus concentraciones en el aire

respirable y a la variedad de estos. Particularmente, el Pb representa, en la actualidad, el mayor peligro para la salud de los trabajadores (Puello-Silva, León-Méndez, Gómez-Marrugo, Muñoz-Monroy, & Blanco Herrera, 2018).

Con respecto a la duración de la exposición, la cantidad de humo que llegue a inhalar el soldador dependerá del tiempo que esté soldando. Algunos fabricantes sueldan una o dos horas al día, otros lo hacen todo el día; esto afectará al organismo en el nivel de humo que inhala (Tejedor, 2021).

## 3. Prevención laboral para los soldadores

Las medidas de seguridad de soldadura están diseñadas para proteger a los trabajadores de los peligros presentes durante los procedimientos de soldadura. Para minimizar los problemas de salud y las lesiones por seguridad en los lugares de trabajo, las sesiones de capacitación y la inspección regular de los equipos de soldadura son importantes. Los trabajadores deben ser conscientes de los peligros presentes durante las actividades de soldadura y las precauciones correspondientes.

Para mejorar las estrategias en proteger a los soldadores se busca eliminar los peligros en el trabajo por completo, o por lo menos, disminuir el nivel de vapores con efectos negativos; esto a través de controles que cambien los procesos y prácticas en forma más seguras y saludables.

Para Chaspa (2021) sobre alternativas preventivas, 50% para sustitución de materiales y técnicas, 25% controles de ingeniería, 13% controles administrativos, 8% eliminación y 4% controles en el trabajador. Sin embargo, los cambios a corto plazo son los que generan a lo largo del tiempo innovación en la tecnología de este campo. A corto plazo, la base es el para responder frente al riesgo de estos peligros se busca prevenir con controles de ingeniería, capacitación y equipo de protección personal (EPP). La prevención de accidentes durante la soldadura es un elemento importante de la seguridad en cualquier proyecto (Bernaola, 2012).

Los controles de ingeniería están enfocados en el rediseño de equipos, del proceso o de la organización del trabajo para la soldadura. Considerando la gran importancia de la metalme-cánica en la industria a nivel mundial, este tipo de innovaciones y reestructuraciones son favorables.

Capacitar al soldador aporta conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo de mayores destrezas acerca del trabajo, la prevención de los

riesgos, la seguridad y la salud. Este control administrativo busca crear una conducta hacia un ambiente con mayor seguridad industrial (Campos & Qhispe Gaibor, 2019).

En cuanto a los controles al EPP para el soldador es un elemento fundamental, ya que requiere de toda aquella vestimenta especial para disminuir los riesgos presentes en el área de trabajo y los gases y nanopartículas que emiten. Elementos como: botas de seguridad, guantes, mandiles de cuero, herramientas aislantes de la electricidad para manejo de los equipos de soldadura, cinturones y arneses, protectores auditivos y oculares.

## RESULTADOS

El humo de soldadura está compuesto por gases inertes, recubrimiento y otros elementos contaminantes que son tóxicos para el cuerpo, y más considerando que se son lo suficientemente pequeñas para quedar en suspensión por mucho tiempo y ser inhalados entrando al organismo en tiempos prolongados.

Además, considerando que todo el humo de soldadura puede percibirse como potencialmente cancerígeno, debe ser fundamental para la prevención de la salud laboral eliminar lo mayor posible los riesgos de exposición a estos vapores, reduciendo el contacto con vapores contaminantes (Tejedor, 2021).

Por lo tanto, las estrategias preventivas están enfocadas principalmente a la eliminación de las nanopartículas presentes en el humo de la soldadura, ya que están vinculadas al daño en la salud laboral del soldador cuando es inhalado durante este proceso, por lo cual afecta directamente el sistema respiratorio principalmente u otro órgano al ingresar en la vía sanguínea.

A corto plazo, se pueden encontrar estrategias preventivas como una propuesta de salud respiratoria ocupacional en los soldadores con el propósito de mejorar la calidad del aire considerando los factores de riesgo como una respuesta frente a los efectos dañinos del humo al soldador. Las estrategias preventivas planteadas son:

- Medición de la concentración de los agentes químicos frente a los efectos dañinos del humo de soldadura.

Al medir la concentración de todos los agentes químicos que se cataloguen como riesgosos para la salud ocupacional del soldador presentes en el aire que respira el soldador.

Para que esta práctica sea efectiva es necesario crear referencias de cada sustancia para la empresa (Bernaola, 2012).

En la realidad, crear índices para todas las sustancias, por lo cual será más efectivo establecer los límites de los humos metálicos con referencias con efectos negativos, sobre todo los que pueden afectar a largo plazo.

- Presentación de la hoja de datos de seguridad del material de los electrodos para saber qué humos se liberarán.

La presentación de la hoja de datos de seguridad del material de los electrodos para saber qué humos se liberarán es una herramienta para elaborar medidas. La efectividad de cualquier plan de prevención dependerá del conocimiento de los materiales y de las condiciones en las que se realizan los trabajos; por el contrario. Esta detección permite establecer las condiciones límites de trabajo en función de los elementos, al menos de los más críticos.

- Sistemas de filtración y/o ventilación localizada.

Los controles de ingeniería permiten innovar en la tecnología para sistemas de filtración y/o ventilación los cuales extraen los humos en origen y así reducir los vapores tóxicos para colaborar con un ambiente limpio y seguro.

Funcionalmente un extractor es un equipo que se encarga de aspirar el polvo y los gases que se producen cuando se sueldan los materiales metal-mecánicos. El filtro captura y reduce los elementos nocivos y purifican el aire. El propósito es que una vez que el aire esté purificado se devuelve a la zona del trabajo o al exterior según sea un sistema de filtración o ventilación respectivamente.

- Capacitación de los soldadores.

La formación de los soldadores en temas sanitarios es fundamental (Cuaspa, 2021). Es necesario capacitar y crear una conducta ética hacia el uso de los EPP, así como de las medidas colectivas para minimizar los riesgos por exposición. Desde el uso de dispositivos respiratorios aprobados cuando la ventilación sea insuficiente hasta la prueba de nuevos materiales.

También debe promoverse la inclusión al sector informal de soldadores para que también apliquen prácticas más seguras informando sobre los efectos del humo de soldadura y las medidas de salud respiratoria ocupacional.

- Asistencia robótica.

La asistencia de sistemas robotizados para la extracción del humo, para la asistencia durante el proceso de soldadura para minimizar a humos y gases. El enfoque en la sustitución de técnicas abre la puerta a la implementación de robots colaborativos, sistemas ciberfísicos, cambio de técnicas operativas y de materiales.

En el corto plazo, las estrategias preventivas se ajustan al contexto de un entorno laboral con medidas in situ que moderen la exposición: ventilación localizada, capacitación para formar en el autocuidado y determinar algunas condiciones límites de trabajo; a largo plazo, esto suma experiencia lo que

hace necesario implementar políticas públicas que faciliten el uso de medidas preventivas a partir de nuevos materiales y tecnologías que eliminen la exposición.

Además, es necesario considerar que esta experiencia deba compartirse en la comunidad internacional para el impulso a la tecnología para desarrollar nuevas técnicas y materiales que busquen la eliminación de elementos nocivos inhalados durante la soldadura, como actividad económica tan relevante en el mundo.

En síntesis, se presenta en la tabla 1 la propuesta de salud respiratoria ocupacional en los soldadores.

**Tabla 1. propuesta de salud respiratoria ocupacional en los soldadores**

Factor que condiciona el efecto dañino	Prevención	Estrategia preventiva
Concentración de gases	Controles de ingeniería	Medición de la concentración de los agentes químicos frente a los efectos dañinos del humo de soldadura.
Concentración de gases	Controles administrativos	Presentación de la hoja de datos de seguridad del material de los electrodos para saber qué humos se liberarán.
Gas	Controles de ingeniería	Sistemas de filtración y/o ventilación localizada.
Gas, EPP	Controles en el trabajador	Capacitación de los soldadores.
	Controles de ingeniería	Asistencia robótica.
Todos los anteriores	Todos los anteriores	Difusión internacional de nuevos materiales y técnicas

Fuente: Cuaspa (2021)

Una propuesta de salud ocupacional representa a largo plazo un sistema de vigilancia para enfermedades ocupacionales a través de múltiples políticas, ya que las afecciones respiratorias se observan tanto a corto y largo plazo, incluyendo eventos de salud relacionados con la exposición por humos de soldadura, especialmente el cáncer pulmonar (Cuaspa, 2021).

## CONSIDERACIONES FINALES

La soldadura representa una actividad económicamente importante en la industrialización de la sociedad moderna, por lo cual deberá ajustarse a una mayor prevención para sus trabajadores con el fin de disminuir los riesgos en la salud respiratoria del soldador debido a la inhalación de humo que contiene nanopartículas de elementos que pueden ser dañinos para su salud.

El humo de la soldadura expresamente se ha relacionado como un potencial factor cancerígeno. Sus efectos se ubican en pulmones y varios órganos que son afectados por partículas respirables, pero no se puede dejar de soldar en un mundo en crecimiento. Entonces hay que hacer esta labor más segura a través de estrategias de prevención.

En el caso de los efectos del humo de soldadura el gas, la concentración y la duración de exposición condicionan el efecto negativo sobre el trabajador. Por tanto, la prevención a corto plazo propone medidas económica y políticamente posibles que reduzcan la exposición; pero según la experiencia de los profesionales puede consolidar un aporte que cree técnicas, métodos y materiales que se enfoquen a la eliminación de estos factores riesgosos para el trabajador.

En este corto plazo, la salud respiratoria ocupacional en los soldadores como propuesta se basa en las estrategias preventivas: (1) Medición de la concentración de los agentes químicos frente a los efectos dañinos del humo de soldadura; (2) Presentación de la hoja de datos de seguridad del material de los electrodos para saber qué humos se liberarán; (3) Sistemas de filtración y/o ventilación localizada; (4) Capacitación de los soldadores. Estas mayormente aplican controles de ingeniería, administrativos y al trabajador como una acción inmediata a crear condiciones mejores de trabajo.

En este punto, se debe incluir al soldador informal en las técnicas más seguras aplicadas en el sector, ya que se toma como un trabajador vulnerable en prácticas muy riesgosas. Por lo cual, los avances en este tema de prevención colaborarán con este sector para su salud respiratoria y general.

Además, con la experiencia de cada uno se consolida un conocimiento general, creando las bases de la innovación en la tecnología, técnicas y prácticas a largo plazo. La comunidad internacional aportará hacia una eliminación de estos condicionantes en contra de la salud evitando la exposición del soldador, a través de estrategias preventivas como: (5) Asistencia robótica y (6) difusión internacional de nuevos materiales y técnicas.

Esta propuesta de prevención para la salud respiratoria ocupacional requiere de crear conciencia y aplicar normas de seguridad en el entorno laboral ya que se vuelve un factor determinante para seguir una conducta oportuna y preventiva ante los riesgos.

Con el fin de responder a los riesgos que se han relacionado, esta actividad metalmeccánica es necesario hacer planes a corto y largo plazo, para así disminuir los que inciden en el sistema respiratorio y cualquiera otra forma sistémica contra el ser humano.

Uno de estos planes será establecer metodologías de vigilancia médica y epidemiológica con el fin de reducir el riesgo de adquisición de patologías por exposición al humo de soldadura, los cuales deben visualizar un seguimiento respiratorio a corto y largo plazo para atender las patologías si se presentan.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernaola, M. (2012). Los riesgos de la soldadura. *Seguridad y salud en el trabajo*(67), 36-47.

Campos, J., & Qhispe Gaibor, J. (2019). Deontología aplicada a problemas de salud relacionados con la soldadura. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.

Cuaspa, D. C. (2021). *Estrategias preventivas a la exposición por humos de soldadura para promover la salud de los soldadores en Colombia : revisión de literatura*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/57778>

García Molano, C., González Merchán, J., & Gil Arciniegas, L. (2019). Efectos a la salud por exposición a partículas ultrafinas generadas en los procesos de soldadura. *Mare Ingenii*, 1(1), 28-36.

Puello-Silva, J., León-Méndez, G., Gómez-Marrugo, D., Muñoz-Monroy, H., & Blanco Herrera, L. (2018). Determinación de metales pesados en humos metálicos presentes en ambientes informales de trabajo dedicados a la soldadura. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.*, 47(1), 14-25.

Sjögren, B., Hansen, K., Kjuus, H., & Persson, P. (1994). Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer: a meta-analysis. *Occup Environ Med*, 51(5), 335-336.

Tejedor, C. (2021). *Los riesgos que generan los humos de soldadura sobre la salud y cómo reducirlos en el taller*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/327864-riesgos-que-generan-humos-de-soldadura-sobre-salud-y-como-reducirlos-en-taller.html>