



FACULTAD DE CIENCIAS DE TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de Carrera titulado:

**“EXPOSICIÓN A HUMO DE SOLDADURA Y SALUD RESPIRATORIA
DE LOS TRABAJADORES DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
INDUACERO EN LA PROVINCIA DEL COTOPAXI”**

Realizado por:

Alex Rodrigo Erazo Nogales

Director del proyecto:

Dra. María Olga Guerrero

Como requisito para la obtención del título de:

ESPECIALISTA EN TOXICOLOGÍA LABORAL

Quito, octubre del 2021

Exposición a humo de soldadura y salud respiratoria de los trabajadores de producción de la empresa Induacero en la provincia del Cotopaxi.

Exposure to welding smoke and respiratory health of the production workers of the Induacero company in the province of Cotopaxi.

Resumen: El objetivo del presente trabajo de investigación es analizar la relación entre la exposición al humo de soldadura y las enfermedades del sistema respiratorio presentes en los trabajadores de producción de la empresa Induacero de la provincia de Cotopaxi en un esfuerzo por agregar evidencia de apoyo y claridad al campo de investigación actual. El método será un estudio transversal, analítico de tipo no experimental, de alcance correlacional donde se revisarán exámenes médicos de los archivos de los trabajadores y se relacionará con las enfermedades respiratorias presentes en los trabajadores de acuerdo a sus condiciones laborales. Resultados esperados: Se espera encontrar como resultado enfermedades respiratorias del tracto superior e inferior en los trabajadores operativos expuestos al humo de suelda de acuerdo al tiempo de exposición laboral. Implicaciones: Este estudio pretende fortalecer los conocimientos y la cultura de prevención en seguridad y salud ocupacional en las empresas que realicen actividades de soldadura dentro de sus procesos, ser una base de futuras investigaciones en el área en el ámbito provincial y nacional y orientar a los profesionales de salud y seguridad en la elaboración de protocolos de vigilancia de la salud respiratoria por exposición a humos de suelda.

Palabras clave: Soldadores, humo de suelda, enfermedades por soldadura, vigilancia de la salud respiratoria.

Abstract: The objective of this research work is to analyze the relationship between exposure to welding fume and respiratory system diseases present in production workers of the Induacero company in the province of Cotopaxi in an effort to add supporting evidence and clarity to the current research field. The method will be a cross-sectional, analytical, non-experimental study of correlational scope where medical examinations of the workers' files will be reviewed and it will be related to the respiratory diseases present in the workers according to their working conditions. Expected results: respiratory diseases of the upper and lower tract are expected to result in operational workers exposed to welding smoke. according to the time of occupational exposure. Implications: This study aims to strengthen the knowledge and culture of prevention in occupational health and safety in companies that carry out welding activities within their processes, be a basis for future research in the area at the provincial and national level and guide health and safety professionals in the development of respiratory health surveillance protocols for exposure to welding fumes.

Key words: Welders, welding smoke, welding diseases, respiratory health surveillance.

Introducción

La soldadura es una parte importante de la industria El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) estimó en 2018 que hay al menos 2 millones de soldadores en el mundo.(1)

Las sustancias nocivas en los humos de soldadura producidos durante el proceso de soldadura se componen de múltiples componentes: materiales básicos y complementarios, gases inertes, revestimientos, contaminación y aire ambiente. El requisito previo para la formación de sustancias peligrosas son ciertos procesos físicos y / o químicos. Esto incluye: evaporación, condensación, oxidación, descomposición, pirólisis y combustión. El tipo y la cantidad de sustancias nocivas en los humos de soldadura dependen del proceso de soldadura y de los materiales utilizados. Su función se puede dividir en tres categorías: sustancias nocivas respiratorias y pulmonares, sustancias tóxicas y sustancias cancerígenas.(2)

Los efectos adversos para la salud de la soldadura provienen de peligros químicos y físicos. Los peligros químicos comunes incluyen partículas metálicas, humos y gases (monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y ozono). Los peligros físicos incluyen energía eléctrica, calor, ruido, vibración y radiación. (3,4) Por lo tanto, los soldadores están expuestos a la inhalación de una serie de humos y gases nocivos.

Muchos investigadores han estudiado los efectos de la inhalación de humos de soldadura sobre la función pulmonar de los soldadores, pero existen diferencias en las conclusiones estudios. Las diferencias entre los resultados de varios estudios se deben principalmente a distintos criterios de inclusión o exclusión. Algunas de las desviaciones más importantes son el estado de tabaquismo de los sujetos del estudio, el promedio ponderado en el tiempo del tiempo de exposición, como el historial de trabajo en años y la exposición diurna en horas por día, el tipo de proceso de soldadura, las medidas de protección (parciales o generales). Y la existencia y uso de dispositivos de protección.(5-8)

Durante los trabajos de soldadura, estas producirán diversas enfermedades, entre ellas

tenemos la típica silicosis, asma, neumoconiosis por exposición a humos de soldadura, siendo las enfermedades respiratorias obstructivas el principal impacto y se han convertido en la categoría más común de enfermedades respiratorias ocupacionales en la industria.
(9,10)

Otra de las enfermedades que se pueden producir son bronquitis crónica y bronquitis asmática muy prevalente en los trabajadores que están expuestos al humo de soldadura.
(3,11)

Los humos de soldadura tienen una variedad de efectos sobre el tracto respiratorio, el más grave de los cuales puede ser el cáncer de pulmón, por lo que es necesario considerar su impacto en el personal.(12–14)

En este sentido, se realizará el proceso de llevar a cabo una investigación que pretenda establecer una respuesta al problema planteado presencia de enfermedades respiratorias en el personal de producción de la empresa Induacero por exposición a humos de suelda.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio será establecer la relación existen entre la exposición a humos de suelda y la presencia de enfermedades respiratorias en el personal operativo de la empresa Induacero de la ciudad de Latacunga, cuyo propósito es contribuir a los conocimientos en seguridad y salud en el trabajo de la industria metálica que involucre procesos de soldadura.

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizará mediante un estudio transversal, analítico de tipo no experimental, de alcance correlacional donde se establecerá la asociación que existe entre la población expuesta a humos de suelda y las enfermedades respiratorias agudas o crónicas presentes en los trabajadores operativos de la empresa Induacero de la ciudad de Latacunga. El alcance de la metodología tiene un componente de profundidad descriptivo, toda vez que se revisan variables de tipo demográfico, laboral, y de condiciones de salud, para poder encontrar coincidencias que permitan determinar las relaciones entre la exposición a humos

de soldadura y patologías del sistema respiratorio en los trabajadores de la empresa Inducero.

Tipo de investigación

Investigación Descriptiva: Por lo cual permitirá clasificar fenómenos, elementos y estructuras que pudieran ser considerados de manera ordenada y sistemática con esta investigación se describirá cada una de las variables que se involucraran en el presente estudio.

Investigación Explicativa: En la cual se generará explicación de las fuentes generadoras del humo de soldadura y las alteraciones de la salud respiratoria. Este tipo de investigación se enfocará a responder a las causas de la generación del humo de soldadura y si existe alteraciones de la salud respiratoria.

Asociación de Variables

Esta investigación nos ayudara a medir el grado de relación entre la variable independiente, variable dependiente y variable de estudio.

Población y muestra

La población operativa expuesta es un universo de 61 trabajadores que están directamente relacionados con la actividad de soldadura y por ende expuestos al humo de la misma.

Criterios de inclusión.

Personal operativo que realizan los trabajos de soldadura y que tienen mínimo 6 meses laborando en la empresa, trabajadores que hayan firmado el consentimiento informado para ser parte de la investigación.

Criterios de exclusión

Trabajadores con enfermedades respiratorias previas a la actividad laboral, trabajadores que no deseen participar en la investigación.

Fuentes de información

Fuentes primarias. - revisión de historias clínicas y exámenes ocupacionales.

Fuentes secundarias. – estudios y artículos científicos de referencia internacional y nacional.

Variables de estudio

En base a otros estudios bibliométricos sobre esta temática defino las siguientes variables (14–17)

Variable independiente. - exposición a humos de suelda, variable cualitativa nominal.

Variable dependiente. – enfermedades respiratorias.

Variabes de estudio. – sexo, edad, hábito de fumar, antecedentes laborales, tiempo de exposición actual.

Método estadístico

En el presente trabajo se utilizará la prueba chi-cuadrado, también llamada Ji cuadrado (X^2), el cual se encuentra dentro de las pruebas pertenecientes a la estadística descriptiva aplicada al estudio de dos variables.

Análisis estadístico.

Del archivo médico de la empresa se recolectará los datos de las historias clínicas y de los exámenes ocupacionales en el formato establecido en el Anexo1, los datos del tiempo de exposición actual se obtendrá mediante el cálculo horas hombre de exposición para ser tabulados en el programa IBM SPSS Statistics versión 27, aplicando medidas de tendencia central y desviación estándar, los datos tabulados serán representados en tablas de frecuencia (coeficiente de asociación, correlación e índices de riesgo) y gráficos estadísticos (barras y pasteles). Se realizará su respectivo análisis, conclusiones y resultados en Microsoft Word.

Principios Éticos

La investigación se desarrollará bajo las normas del código de ética médica y los principios éticos promulgados por la Asociación Médica Mundial Declaración de Helsinki la cual reza en su texto; en la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. Se incluirá también el código de ética de la Universidad SEK.

Resultados:

Según los resultados observados en investigaciones similares esperamos encontrar en la población de estudio las características sociodemográficas y laborales del personal como son las variables sexo masculino o femenino, la edad para lo que se ha definido rangos menor a 29 años, de 30 a 39 años y mayor a 40 años, se describirá el hábito de fumar en parámetros nunca fumo, ex fumador y actual fumador, se busca conocer antecedentes laborales con la variables años de exposición haciendo referencia al tiempo de exposición en trabajos similares en rangos de menor a 5 años, de 5 a 10 años de exposición y mayor a 10 años de exposición y por último en la tabla 1 se describirá el tiempo actual de exposición actual en rangos de menor a 3 horas, de 3 a 6 horas y mayor a 6 horas.(4,8,17) estas variables permitirán analizar las medias y rangos encontrados, así como las frecuencias obtenidas y el estudio porcentual en cada una de ellas.

En la tabla 2 se describirá enfermedades del sistema respiratorio encontradas como neumoconiosis, rinitis alérgica, asma bronquial, bronquitis crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y probablemente cambios radiológicos sugestivos a cáncer de pulmón.(6–12) Estos diagnósticos se obtendrán de acuerdo con alteraciones en resultados de los exámenes ocupacionales, biometría hemática (eosinofilia, poliglobulia), espirometría (patrón restrictivo, obstructivo y mixto) radiografía de tórax (aumento de la trama bronquial, cambios en el parénquima, nódulos centinelas y calcificaciones) y diagnósticos previos establecidos en las historias clínicas (9,11,19)

Tabla N° 1. Características sociodemográficas y laborales de la población de estudio.

	n	%
Sexo		
Masculino		
Femenino		
Edad		
Menor a 29 años		
30 a 39 años		
Mayor a 40 años		
Hábito de fumar		
Nunca fumo		
Ex fumador		
Actual fumador		
Antecedente laboral de		
Menos de 5 años de exposición		
De 5 a 10 años de exposición		
Mayor a 10 años de exposición		
Tiempo de exposición actual		
Menor a 3 horas		
De 3 a 6 horas		
Mayor a 6 horas		

Tabla N°2 Prevalencia de enfermedades del sistema respiratorio presentes en el personal de producción de la empresa Induacero por factores sociodemográficos y laborales.

Variables	Prevalencia de enfermedades del sistema respiratorias											
	Neumoconiosis		Rinitis alérgica		Asma bronquia		Bronquitis crónica		EPOC*		Cáncer de pulmón	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sexo												
Masculino												
Femenino												
Edad												
Menor a 29 años												
30 a 39 años												
Mayor a 40 años												
Hábito de fumar												
Nunca fumo												
Ex fumador												
Actual fumador												

Fuente: Investigaciones del autor

Gráfico 1.

Prevalencia de enfermedades respiratorias y años de exposición (Resultados esperados)

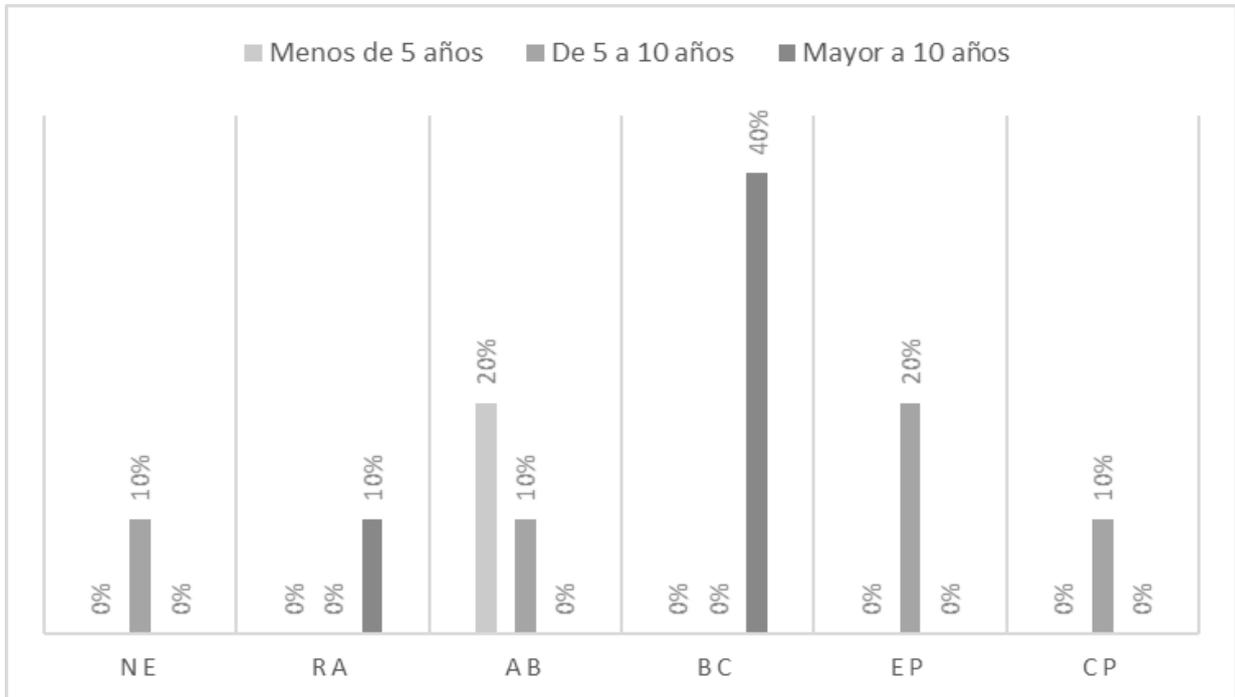
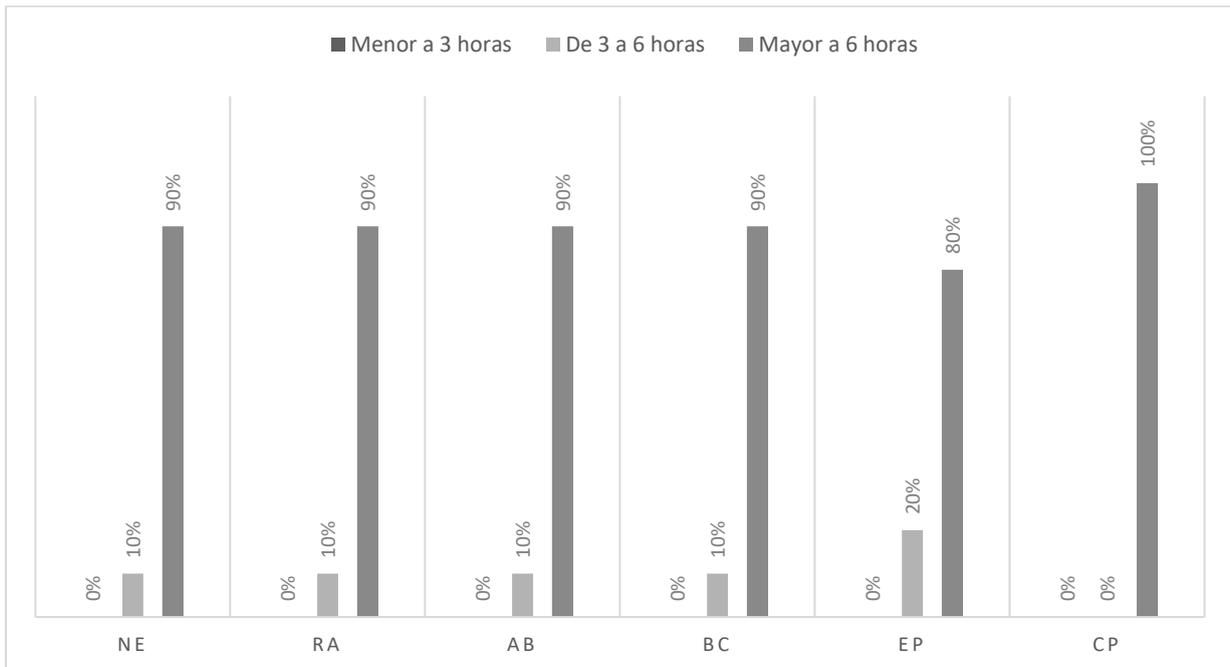


Gráfico 2.

Prevalencia de enfermedades respiratorias y tiempo de exposición actual (Resultados esperados)



Implicaciones

Este estudio pretende mejorar los conocimientos en el área de seguridad industrial y salud ocupacional en la provincia de Cotopaxi, enfocado en el área de la soldadura y su implicación en la salud del trabajador, el trabajo de investigación busca establecer la relación del estado de salud respiratoria y la exposición al humo de suelda permitirá a las empresas mejorar sus planes de vigilancia de la salud. Cumplir con las recomendaciones de prevención del área, Este estudio servirá como base para futuras investigaciones en empresas relacionadas con la actividad de soldadura.

Limitaciones y fortalezas

La principal limitación de la investigación será la falta de colaboración de los trabajadores ya que se puede limitar la información de hábitos extra laborales que también pueden influir con su estado de salud como es el trabajo informal que puede estar relacionada al trabajador, hábitos de tabaquismo no mencionados, la información obtenida estará limitada a datos de un archivo más que a una revisión médica del personal.

Dentro de las fortalezas podemos mencionar la apertura que la empresa Induacero brinda para la realización de este trabajo en todos sus áreas y departamentos permitiendo la revisión de exámenes médicos y archivos clínicos del trabajador.

Referencias bibliográficas

1. Universidad andina “néstor CÁCERES VELÁSQUEZ.” 2019;
2. Hazardous substances in welding fumes_ How they affect the human body - SAFE WELDING. 2018;
3. Alif SM, Dharmage SC, Bowatte G, Karahalios A, Benke G, Dennekamp M, et al. Occupational exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev Respir Med.* 2016;10(8):861–72.
4. Bakri SFZ, Hariri A, Ismail M, Abdullah S, Kassim NI. Evaluation of respiratory symptoms, spirometric lung patterns and metal fume concentrations among welders in indoor air-conditioned building at Malaysia. *Int J Integr Eng.* 2018;10(5):109–21.
5. Rahmani AH, Al-Hurabi AA, Joseph RJ, Babiker AY. Study of work related respiratory symptoms among welding workers. *Asian J Pharm Clin Res.* 2018;11(2):97–9.
6. Raphela SF. Chronic Bronchitis and Associated Factors in Workers at A South African Welding Company. 2021;24(2006).
7. Roach LL. The Relationship of Welding Fume Exposure, Smoking, and Pulmonary Function in Welders. *Work Heal Saf.* 2018;66(1):34–40.
8. Shokrolahi I, Rismanchian M, Zeverdegani S. Investigation of efficiency of Iranian respiratory mask used in welding process for controlling exposure to toxic metal fumes. *Int J Environ Health Eng.* 2020;9(1):1–6.
9. Torén K, Blanc PD, Naidoo RN, Murgia N, Qvarfordt I, Aspevall O, et al. Occupational exposure to dust and to fumes, work as a welder and invasive pneumococcal disease risk. *Occup Environ Med.* 2020;77(2):57–63.
10. Yarmohammadi H, Hamidvand E, Abdollahzadeh D, Sohrabi Y, Poursadeghiyan M, Biglari H, et al. Measuring concentration of welding fumes in respiratory zones of welders: An ergotoxicological approach. *Res J Med Sci.* 2016;10(3):111–5.
11. Yang I V., Lozupone CA, Schwartz DA. The environment, epigenome, and asthma. *J Allergy Clin Immunol* [Internet]. 2017;140(1):14–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2017.05.011>
12. Takahashi M, Nitta N, Kishimoto T, Ohtsuka Y, Honda S, Ashizawa K. Computed tomography findings of arc-welders’ pneumoconiosis: Comparison with silicosis. *Eur J Radiol* [Internet]. 2018;107:98–104. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.08.020>
13. Rana HK, Akhtar MR, Ahmed MB, Liò P, Quinn JMW, Huq F, et al. Genetic effects of welding fumes on the progression of neurodegenerative diseases. *Neurotoxicology* [Internet]. 2019;71:93–101. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2018.12.002>

14. Cosgrove MP. Interstitial lung disease in welders. *Occup Environ Lung Dis*. 2020;(January):238–51.
15. Grahn K, Gustavsson P, Andersson T, Lindén A, Hemmingsson T, Selander J, et al. Occupational exposure to particles and increased risk of developing chronic obstructive pulmonary disease (COPD): A population-based cohort study in Stockholm, Sweden. *Environ Res*. 2021;200(July):111739.
16. Dos Santos KM. Prevención de los Riesgos por Soldadura en los Metales Pesados. 2021;52–4.
17. Gobba NAEK, Hussein Ali A, El Sharawy DE, Hussein MA. The potential hazardous effect of exposure to iron dust in Egyptian smoking and nonsmoking welders. *Arch Environ Occup Heal*. 2018;73(3):189–202.
18. Abrahamsen R, Fell AKM, Svendsen M V., Andersson E, Torén K, Henneberger PK, et al. Association of respiratory symptoms and asthma with occupational exposures: Findings from a population-based cross-sectional survey in Telemark, Norway. *BMJ Open*. 2017;7(3).
19. Dierschke K, Isaxon C, Andersson UBK, Assarsson E, Axmon A, Stockfelt L, et al. Acute respiratory effects and biomarkers of inflammation due to welding-derived nanoparticle aggregates. *Int Arch Occup Environ Health*. 2017;90(5):451–63.
20. Gazdar AF, Bunn PA, Minna JD. Small-cell lung cancer: What we know, what we need to know and the path forward. *Nat Rev Cancer* [Internet]. 2017;17(12):725–37. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrc.2017.87>
21. Ghani N, Tariq F, Hassan S. Respiratory and physical ailments correlated with occupational exposure among welders in Pakistan. *J Pak Med Assoc*. 2017;67(12):1910–3.
22. Mulyana M, Adi NPP, Kurniawidjaja ML, Wijaya A, Yusuf I. Lung Function Status of Workers Exposed to Welding Fume: A Preliminary Study. *Indones Biomed J*. 2016;8(1):37.
23. Rana HK, Akhtar MR, Islam MB, Ahmed MB, Liò P, Quinn JMW, et al. Genetic effects of welding fumes on the development of respiratory system diseases. *Comput Biol Med* [Internet]. 2019;108(April):142–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2019.04.004>
24. Riccelli MG, Goldoni M, Andreoli R, Mozzoni P, Pinelli S, Alinovi R, et al. Biomarkers of exposure to stainless steel tungsten inert gas welding fumes and the effect of exposure on exhaled breath condensate. *Toxicol Lett* [Internet]. 2018;292:108–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2018.04.032>