

IMPROVEMENT OF WELDING PROCESSES IN THE INDUSTRY TO PROVIDE SAFE WORKING CONDITIONS.

MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA EN LA INDUSTRIA PARA PROPORCIONAR CONDICIONES SEGURAS EN EL TRABAJO

Ernesto Quishpe Sacancela¹

¹Docente de la carrera de Mecánica Industrial del ISU Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: equishpe@istct.edu.ec

RESUMEN

Esta propuesta de investigación permitirá a las empresas metalmecánicas implementar controles seguros en todos los procesos de soldadura, oxicorte, plasma y desbaste que generan gases, humos y material particulado a la atmosfera, garantizando así, condiciones de trabajo seguro, mediante la supervisión de un especialista en seguridad industrial e higiene, previniendo al personal de los riesgos mecánicos, ergonómicos, físicos, lesiones musculoesqueléticas y presunción de enfermedades ocupaciones de acuerdo a la estadística de morbilidad y accidentabilidad.

Esto en base a la Decisión 957, Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Gestión Técnica, sistema de gestión y Salud en el Trabajo, que verifican y analizan la infraestructura, equipos, máquinas, EPP y la metodología NTP 330, Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes.

Palabras clave- Material particulado, procesos, Soldadura, Contaminación, Gases y Humos, Seguridad Industrial, morbilidad, lesiones musculoesqueléticas

ABSTRACT

This research proposal will allow metalworking companies to implement safe controls in all welding, oxicorte, plasma and grinding processes that generate gases, fumes and particulate matter into the atmosphere, thus ensuring safe working conditions through the supervision of a specialist in industrial safety and hygiene, preventing personnel from mechanical, ergonomic and physical risks, musculoskeletal injuries and presumed occupational diseases according to morbidity and accident statistics.

This is based on Decision 957, Regulation of the Andean Instrument for Safety and Health at Work, Technical Management, management system and Health at Work, which verify and analyze the infrastructure, equipment, machines, PPE and methodology NTP 330, Simplified System for Risk Assessment of Accidents.

Index terms- Particulate matter, processes, Welding, Contamination, Gases and Fumes, Industrial Safety, morbidity, musculoskeletal injuries.

1. INTRODUCCIÓN

El sector metalmeccánico en los procesos de soldadura a nivel mundial representa un gran avance tecnológico e integrador en la manufactura, mientras que en el Ecuador la industria metalmeccánica crece de manera considerable, teniendo su enfoque en la ejecución de proyectos que conlleva el diseño estructural, partes y piezas que se producen con criterios de calidad entregando al cliente un servicio con un alto valor agregado. La OIT conjuntamente con el IESS, estiman que los accidentes del trabajo en las áreas de la construcción, metalmeccánica y manufacturera se generan debido a que trabajan con varias actividades programada con el fin de cumplir los objetivos, el tiempo acordado con todas las especificaciones de calidad y el presupuesto para que no se vea afectada la utilidad y seguir obteniendo contratos. Esto hace que todo el personal trabaje bajo presión. “Además, una baja productividad, está definida como la ineficiencia en el uso de los recursos” (Botero & Villa, 2004), por lo tanto, se estima que Ecuador en materia de seguridad y salud en el trabajo cumple alrededor del 3% y que el 10% del PIB que genera el país le cuesta en accidentes y enfermedades.

Los productos elaborados con los procesos de soldadura (SMAW, GMAW, GTAW, PLASMA y OXICORTE), en su mayoría van destinados a ejecutarse proyectos gubernamentales (facilidades petroleras) y privados (astilleros, constructoras y parques industriales), sin embargo, existen variables que aumentan la propagación de contaminantes que disminuyen las condiciones de trabajo seguro, esto debido al tipos de tecnología que en Ecuador aun utilizamos los equipos y máquinas soldadoras tradicionales.

1.1 Sistema productivo metalmeccánico

El sistema productivo metalmeccánico se

caracteriza por la transformación de la materia prima en productos deseados según los diseños requeridos por el cliente, esto involucra a los tipos de materiales, mano de obra, máquinas herramientas, equipos e información.

La seguridad industrial es importante en el mejoramiento de los procesos de soldadura, porque anticipa, reconoce, evalúa y controla los factores de riesgo que conllevan a generar accidentes dentro del trabajo, enfoca de manera particular en la protección ocular, quemaduras, pulmonar, extremidades debido a que el 25% de los accidentes a las manos, piel y la radiación, mientras que el 90% de los accidentes ocurren por la falta de elementos de seguridad de acuerdo a la actividad (Lozano, 2015)

1.2 Factores de riesgo Industriales

Los soldadores están sometidos a factores de riesgos industriales y profesionales que afectan directamente su salud, debido a que las prendas de protección de uso diario para la ejecución de los proyectos permanecen expuestas más de ocho horas diarias a altas temperaturas, para esto, los EPP deben cumplir con la norma UNE EN 470-1. Estos factores de riesgo son: *Peligros a la salud*: gases (gases, vapores, humos metálicos, sustancias tóxicas, material particulado), *Peligros para la seguridad* (eléctricos, incendios y explosiones, maquinaria defectuosa).

1.3 Industria postpandemia Covid-19

Los proyectos industriales postpandemia retomaron con mayor fuerza en 2021 – 2022, sin embargo, en la 110ª Conferencia Internacional del Trabajo de la OIT, celebrada en Ginebra en junio 2022, señala que: “Las condiciones de trabajo seguras y saludables son fundamentales para el trabajo decente”, relativo a los principios y derechos fundamentales en el trabajo (Finder, 2004)

2. MÉTODOS

2.1 Método para proporcionar condiciones seguras de trabajo.

El análisis, es de manera analítica, descriptiva, cualitativa y cuantitativa, para de esta manera, poder detallar una propuesta de mejoramiento dentro del proceso de soldadura proporcionando condiciones seguras de trabajo.

Dentro del método cualitativo en los riesgos de soldadura se tomará en cuenta la recolección de la data documental, la observación, entrevistas y encuestas, tomando en cuenta la comunicación es directa con el personal que trabaja en la planta o taller para poder identificar el nivel que tiene cada uno en conciencia de los riesgos, conocimiento de los incidentes, accidentes, participación y percepción sobre las condiciones seguras e inseguras al ejecutar los procesos de soldadura. SMAW, GMAW, GTAW, PLASMA Y OXICORTE.

2.2 Mejoramiento en los procesos de soldadura

Los procesos de soldadura en la industria ecuatoriana están teniendo considerables cambios, especialmente en la propuesta de trabajo seguro, mejorando los procesos y procedimientos con máquinas y equipos más inteligentes y con mayor capacidad, en paquetes más pequeños, fáciles de transportar, abordando una serie de desafíos en la industria metalmecánica (Andrés & Guillermo, 2022)

Los talleres e industrias metalmecánicas están actualizando, adquiriendo soldadoras inteligentes, están captando personal joven que sea capaz de adaptarse a la tecnología logrando ejecutar los proyectos más rápido de lo establecido en relación a un soldador tradicional que solo confían en su habilidad en lugar de tener la capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías en soldadura avanzada, y a su vez, proporcionar condiciones

seguras en el trabajo, para esto, se debe contar con personal debidamente capacitado en salud y seguridad, eliminando posibles accidentes e incidentes en todos los sectores industriales.

2.3 Normativas

Las normativas que ayudan con la aplicación de la seguridad son: a) Resolución 957, decisión 584 “Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo”, que es aprobado mediante la resolución de la Secretaría General de la Comunidad Andina. b) El sistema de Gestión de la Seguridad y salud en el trabajo SG_SST. Estas herramientas aseguran un mejor ambiente laboral con factores riesgo en el trabajo controlados, disminuyendo en un gran porcentaje los riesgos y las enfermedades laborales profesionales. c) NTP330 Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente, en la cual facilita la evaluación de riesgos a partir de la verificación y control de posibles deficiencias en el área de trabajo. d) Reglamento Interno de Higiene y Seguridad industrial del ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica. e) Ley de Seguridad Social Art. 155. g) Decreto ejecutivo 2393. h) Resolución C.D. 390. i) Resolución 333.

2.4 Posibles riesgos en el trabajo

La SST se adapta fácilmente a un mundo industrial en constante evolución, desarrollando en todo ambiente laboral un clima de seguridad garantizando la salud física, generalmente con las enfermedades cardiovasculares, trastornos musculoesqueléticos, hipertensión, trastornos gastrointestinales, agotamiento, depresión, horas excesivas y el trabajo sedentario.

2.5 Ministerio de salud Pública en Ecuador y América Latina.

El martes 10 de mayo de 2022, Ximena Garzón, titular del MSP, explicó que es un hito para la gestión de riesgo, y dice: “Las enfermedades

asociadas al trabajo están subreportadas y producen una pérdida del 4 al 10% del PIB” (Pública, 2022), para este análisis se tomó una muestra de 4.290 trabajadores de las cuales, 411 trabajan en estructuras (metalmecánica, máquinas, equipos, estructuras mixtas), dando como resultado síntomas musculoesquelético, mentales, respiratorias, lo importante de este estudio es que se fundamenta mediante una evidencia científica enfocado a realizar planes sectoriales enmarcados en el Plan Nacional de Salud (PNS) 2022-2031.

En América Latina el 65% de la población forma parte de la fuerza laboral activa y 2/3 partes de esta población pasa toda su vida en su actividad, por eso es muy importante la protección al trabajador. Según La OIT, 317 millones de trabajadores sufren accidentes en el mundo y 2.34 millones fallecen debido a accidentes laborales y enfermedades profesionales, es decir, que el costo por patologías asociadas a trabajo y accidentes están entre el 4% al 10% del PIB de los países en pleno desarrollo.

2.6 Gases, humos y material particulado

La metodología de comparación en la emisión de gases, humos y material particulado se lo realizado mediante un analizador de gases Kane Autoplus 4-2, capaz de medir los compuestos químicos emitidos en cada uno de los puestos de trabajo al interior del taller de soldadura del ISUCT, tomando en cuenta la superficie total de trabajo para medir y comparar con los datos investigados la afectación del ambiente al realizar los procesos de soldadura.

Los datos a obtener mediante los gases y humos generados en los procesos de soldadura se dividen en varias etapas como: el revestimiento del material, el tipo de electrodo, gases a utilizar, corte; plasma o oxicorte, pulido/desbaste y ambientales, permitiendo el desarrollo del estudio de la concentración total de los gases emitidos

durante varios días con actividades normales en el taller de soldadura del ISU “Central Técnico”.

2.7 Factores para evaluar la emisión de gases y humos contaminantes.

Para evaluar la emisión de gases y humos contaminantes se toma en cuenta los siguientes factores: El proceso de soldadura (SMAW, GMAW, GTAW), metal Base (acero normal, inoxidable, fundición, galvanizado), estabilidad del arco, tipo de transferencia, velocidad de soldadura, espesor del material, penetración, tipo del cordón, número de pases y terminado, desbaste (esmerilado, pulido, sanblasting), corte (PLASMA. OXICORTE), mecanizado, ruido y ventilación (Carburos Metálicos, 2018), por la cual se estableció los límites permisibles para posteriormente, comparar con las mediciones obtenidas con el analizador de gases y humos que se emanan a la atmosfera. En este procedimiento se utiliza principalmente la técnica de verificación ocular (observación), física (inspección) y toma de datos con el equipo.

2.8 Emisión de principales gases y humos a la atmosfera.

Los gases y humos generan partículas de: óxidos metálicos de hierro, plomo, zinc, cobre, manganeso, así también como: gases de monóxido de carbono, anhídrido carbónico, óxidos nitrosos y ozono, debidamente identificados con los instrumentos de medición, fácilmente se puede conocer sus principales efectos en la salud del personal laborando ocho horas diarias, sin embargo, la cantidad de gas y humos que se está inhalando depende básicamente de: la generación de humos durante el tiempo que dura el proyecto, la posición de soldeo respecto a la chapa metálica a soldar, la adecuada/inadecuada ventilación en su lugar de trabajo.

2.9 Límites permisibles de emisiones bajo la

Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire

Esta norma determina las diferencias existentes y sus proporciones generando información útil para tomar acciones de mejoramiento en los procesos de soldadura en la industria, recomendando estrategias que servirán de guía para controlar y minimizar la contaminación de gases y humos o a su vez, prevenir el desarrollo de enfermedades biológicas al personal que hace uso puesto de trabajo.

3. RESULTADOS

3.1 Balance del sector industrial. 2021-2022.

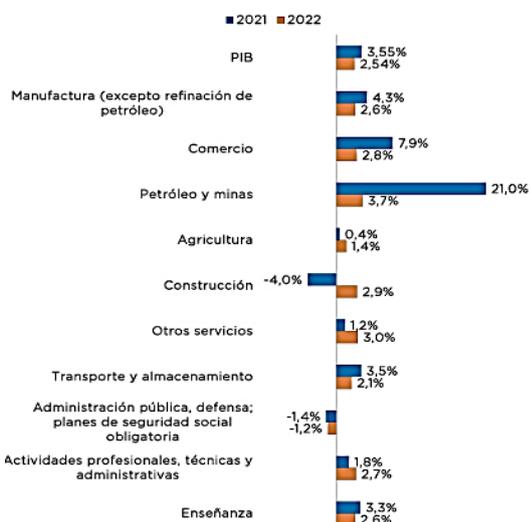


Figura1. Banco Central del Ecuador

3.2 Estimaciones del banco central del Ecuador.

La economía en el año 2021 creció en 3.55%, en el año 2022 aumento en 2.54%, es decir, que el sector industrial cuenta con ciertos sectores que van creciendo, decreciendo, manteniéndose estables y decreciendo su valor agregado (VAB), en relación a los años 2019 – 2020. Sin embargo, a partir del año 2020, la manufactura dedicada a la fabricación de metales comunes y de productos derivados del metal están creciendo paulatinamente de un -7.9% en el 2019 a un 5.9% en el 2021 (Producción, 2021)

Actualmente el VAB presenta la proyección para los

años 2021-2022, un crecimiento considerable en el sector petrolero un 22.7%, petróleo y minas un 21% y en el sector industrial manufacturero se efectuará un crecimiento en un 4.3%. Dentro del sector productivo real con un análisis del producto interno bruto tenemos.

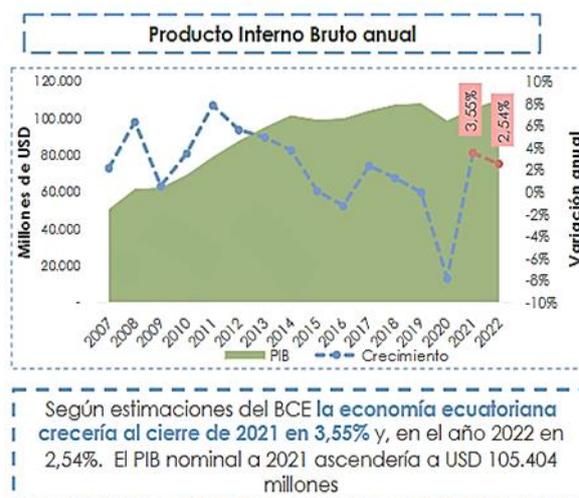


Figura 2. BCE (Elaborado por CIP-DT)

Según la información del BCE, el PIB en términos reales, Ecuador paso de USD 66.282 millones en el año 2020 a USD 69.089 millones en el año 2021, y se estima un relativo aumento de USA 70.995 millones al final del año 2022, por otro lado, el Fondo Monetario Internacional (FMI) en sus proyecciones para el año 2023 el PIB tendrá un crecimiento postpandemia de hasta un 2.7% con USA 72.963 millones.

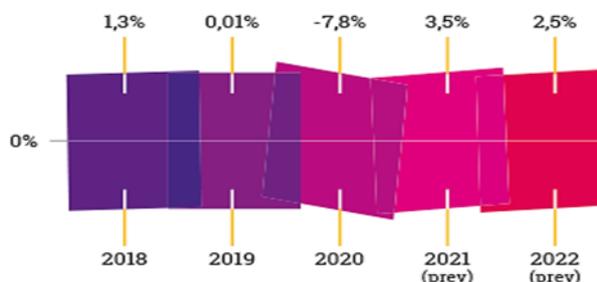


Figura 3. Banco Central del Ecuador (PIB)

3.3 Siniestralidad laboral

En el Ecuador existe un considerable crecimiento productivo, dentro de los riesgos en el trabajo el nivel siniestralidad laboral, el 97% son de actividades laborales, y el 3% de enfermedades profesionales, sin embargo, se proyecta que desde el 2015 con 14.532 accidentes aumente a 21.696 en el 2020 (Tulcan, Pabón, & Jimenez, 2019) (Álvarez et al., 2019)



Figura 4. Crecimiento productivo en Ecuador

El estudio de las condiciones seguras en las industrias metalmeccánica se basa en aplicar ciertos artificios matemáticos, sujeto al análisis, tanto con el porcentaje de accidentes ocurridos.

Número de accidentes por subsector industrial	
% de accidentes	# de accidentes
$\% = \left(\frac{NTSI}{TTSM} \right)$	$\# = (TASM)(\%)$
Días de incapacidad por subsector productivo	
$DIPS = \left(\frac{NTSP}{TTSM} \right) * DISM$	
Costos generados por días de incapacidad	
$CI = (DISE) * (75\%SBU)$	
$CI = (DIPSP) * (75\%SBU)$	
Tasa de accidentabilidad	
$TA = \left(\frac{NA}{NT} \right) (10^3 Trabajadores)$	

Figura 5. Artificios matemáticos

3.4 Breve comparación entre los años 2005-2017

En las plantas industriales donde se desarrollan procesos de soldadura conjuntamente con el área de seguridad industrial, para garantizar

condiciones seguras de trabajo en la industria, se considera potencialmente peligrosa para el trabajador los equipos, máquinas soldadoras oxicorte, plasma, tanques de oxígeno, argón, electrodos para diferentes materiales, radiación, sustancias nocivas y toxicas, falta de orden y limpieza en su lugar de trabajo, inadecuada organización en los procesos matutinos y nocturnos, iluminación, extractores, conexiones inseguras, ruido, ausencia de seguridad industrial y una supervisión agresiva. El aumento de incidentes y accidentes laborales en la industria metalmeccánica en Ecuador en los periodos 2005-2017.

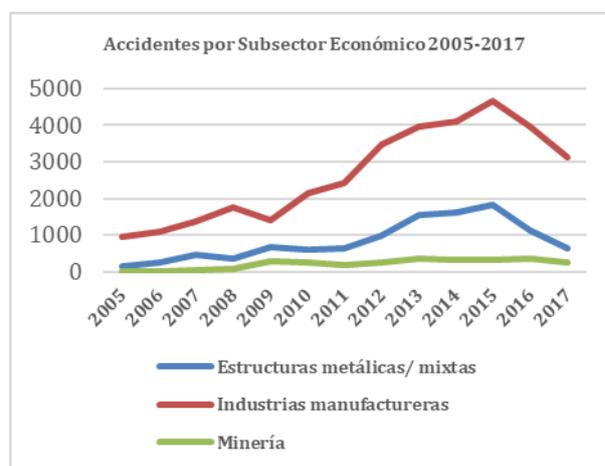


Figura 6. Información adaptada del (IESS, Boletines Estadísticos, 2018)

3.5 Incidentes y accidentes laborales en la industria metalmeccánica

ACCIONES	%
Operar equipos sin autorización	2,1
No señalar o advertir el peligro	45,3
Falla en asegurar el sitio de trabajo	10,6
Operar a velocidad, amperaje, presiones y voltaje inadecuada con equipos, máquinas, herramientas	1,0
Poner fuera de servicio, quitar las tarjetas o dispositivos de seguridad	2,0
Usar equipos, máquinas y herramientas defectuosas o inadecuadas	1,7
Usar equipos y/o herramientas de manera incorrecta	2,0

Emplear en forma inadecuada o no usar el equipo de protección personal	2,4
Colocar las cargas de manera incorrecta	4,0
Almacenar los consumibles de manera inadecuada	2,0
Manipular la fuente de poder de manera incorrecta	1,4
Traslación de equipos y maquinaria de manera incorrecta/sin seguridad	1,0
Adoptar una postura de trabajo inadecuada para realizar las tareas	4,5
Realizar los mantenimientos de los equipos y máquinas mientras están prendidas.	1,8
Hacer bromas entre trabajadores	0,1
Trabajar bajo la influencia del alcohol y/u otras drogas	0,1
Falta de coordinación en las operaciones conjuntas	5,1
Varios	19,3
TOTAL	100

Figura 7. Sistema SRSRT

3.6 Comunidad Andina de Naciones

la redistribución de las empresas y talleres se lo realiza de acuerdo a un boletín técnico del DIEE en función del tamaño, es decir, el 91.0% son microempresas que se caracterizan por tener hasta 9 trabajadores, servicios en menor escala o ventas menores a USA 100.000. Hasta la fecha la estructura empresarial en postpandemia ha surgido las microempresas en metalmecánica con cierto nivel de riesgo para la estabilidad económica del país. En este sector productivo el boletín 2019-2022 según las estadísticas en el país, se generan alrededor de 5.5 millones de puestos de trabajo, de estos, 60% son hombres y el 40% son mujeres a la cual las empresas independientemente del tamaño deben estar en la capacidad de proporcionar condiciones seguras en sus ambientes laborales.

Tamaño Empresa	Nro. Empresas	%Total	Nro. Personal
TOTAL	882.766	100	
Micro	802.353	90.89	1-9
Pequeña	61.759	7.0	10-49
Mediana (A)	8.544	0.97	50-199
Mediana (B)	5.798	0.66	100-199
Grande	4.312	0.49	>200

Figura 8. Empresas en el Ecuador según el tamaño.

3.7 Estructura empresarial y la concentración de los servicios y productos

Ecuador está dependiendo de la productividad de las microempresas que están evolucionando en economía, técnicas, tecnologías, seguridad, comercial y social. Esta es una gran ventaja que deja la pandemia a favor de los trabajadores en el sector metalmecánico que es de alta demanda, con mano de obra calificada y no calificada, reconocida como una actividad económica activa, generando empleos de manera formal e informal, esto conlleva a una considerable contratación de personal, modalidades y jornadas laborales. En las estadísticas se estima que para el 2022 existirán más de 6.200 empresas que generarán más de 200.00 empleos en este subsector productivo (*Encuesta de Condiciones de Trabajo y Salud 2021-2022*, s. f.)

3.8 Siniestralidad laboral en una planta industrial.

El SGRT, muestra una considerable disminución del 35% en los accidentes laborales y enfermedades profesionales desde el 2020 – 2022, esto se debe al impacto directo de la pandemia y postpandemia en el ámbito laboral con las nuevas modalidades de contratación de personal, cumplimiento con los nuevos horarios, siguiendo los procedimientos establecidos por el área de seguridad, teletrabajo, reducción de áreas de trabajo y personal.

3.9 Accidentes laborales relacionados a soldadura

Los accidentes reportados en los últimos tres años, corresponden a las provincias con mayor actividad económica y mano de obra, estas son: Pichincha con el 25.8% y Guayas con el 37.7%, de estos, los hombres superan en 2.2 veces más que las mujeres en accidentes laborales. En este sentido se regula la actividad laboral mediante Resolución MDT2020023 del 29 de abril de 2020.

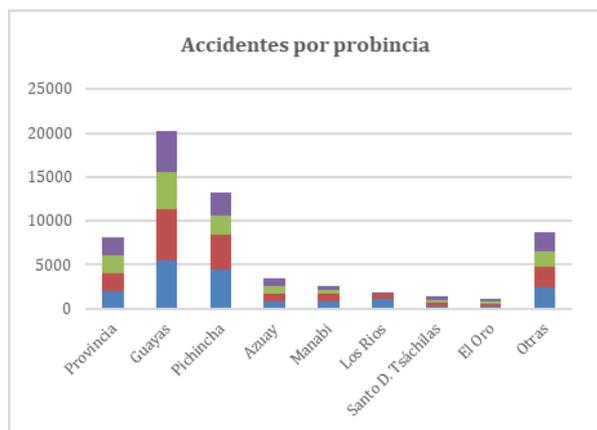


Figura 9. Seguro general de Riesgos 2021.

3.10 Enfermedades profesionales

Las enfermedades profesionales dentro de los ambientes laborales metalmecánicos son los ergonómicos, con un 79.8%, riesgos físicos como el ruido, vibraciones, radiaciones en un 6.3%, traumatológicas en un 85.63%, otorrinolaringológicas 2.4%, estrés con el 22.5% y factores no determinados en un 9.5%.

3.11 Determinantes ambientales

El desarrollo sostenible (ODS), promueve en el sector industrial público y privados, el desarrollo y utilización de las tecnologías ambientales limpias, implementación de las energías alternativas no contaminantes de bajo impacto, que minimicen las tareas productivas, los costos del tratamiento y disposición de desechos. Las empresas industriales que utilizan procesos de soldadura tienen la obligación de promover la implementación de mejores prácticas ambientales. Las normativas del desarrollo sostenible, en el diseño, intercambio, producción, consumible de bienes y servicios, con el propósito de evitar la contaminación, optimizando el uso de los recursos naturales.

3.12 Material particulado al ambiente.

La Norma de calidad del aire en Ecuador de acuerdo a la contaminación de gases y material a la

atmósfera constituye la UNECA, con acuerdo ministerial 097-A (Libro de la calidad ambiental. Anexo 4), con su última modificación en el año 2015, que determina los valores permisibles (LMP), presentes en la atmósfera para distintos contaminantes debido a los procesos de soldadura y desgaste durante un tiempo determinado (Díaz & Bahamonde, 2020).

Gas	Tiempo	Límite máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Límite máx. ppm	Observación
Monóxido de Carbono (CO)	8 h	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,73 ppm	No más de una vez al año
	1 h	30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26,19 ppm	No más de una vez al año
Contaminante	Tiempo de exposición	Máxima concentración permitida		
Partículas sedimentarias	30 días	1 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$		
PM ₁₀	1 año 21 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
PM _{2.5}	1 año 21 horas	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Contaminante	Tiempo de exposición	Máxima concentración permitida		
Partículas sedimentarias	30 días	0.5 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$		
PM ₁₀	1 año 21 horas	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
PM _{2.5}	1 año 21 horas	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

Figura 10. Calidad del aire según la OMS. 2020

3.13 Mejoramiento de los procesos en la industria

La seguridad industrial es muy importante con todo el personal mediante el uso obligatorio de guantes, gafas, mangas, delantal, botas punta de acero, capuchón, tapones u orejeras, careta de soldadura, protección facial y mascarilla con filtros normalizada para soldadura. adicionalmente se debe tomar en cuenta: Higiene de campo, Higiene operativa, Requisitos médicos, y Salud e higiene.

3.14 Concentraciones de los gases y humos

Los resultados de la medición permiten determinar las concentraciones directas del MPSS y su

caracterización soluble e insoluble, morfológica del MPSI, la dispersión y sobre todo la concentración del MP. Datos niveles de emisión de gases, humos y material particulado a la atmosfera en una jornada laboral en la industria.

Gas	Tiempo (min)	Cabina 1	Cabina 2	Cabina 3
Monóxido de Carbono (CO)	10	1140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	20	9890 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9550 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	30	21489 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	40	34088 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34980 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	50	47833 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	60	58577 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio		28836 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28585 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28548 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mínimo		1140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Máximo		58577 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Gas	Tiempo	Valor requerido	Valor obtenido (prom.)	Valor obtenido (máx)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28655 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58325 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

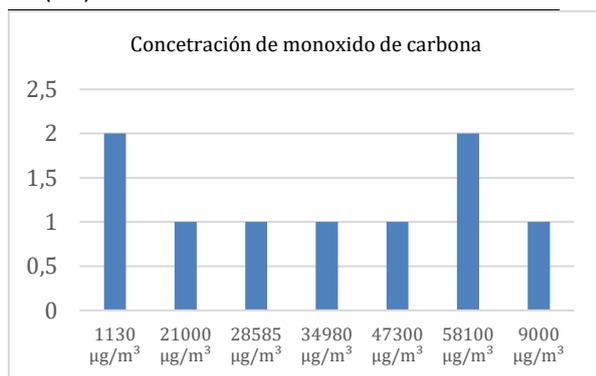


Figura11. Concentración obtenida de Monóxido de Carbono en

el $\mu\text{g}/\text{m}^3$

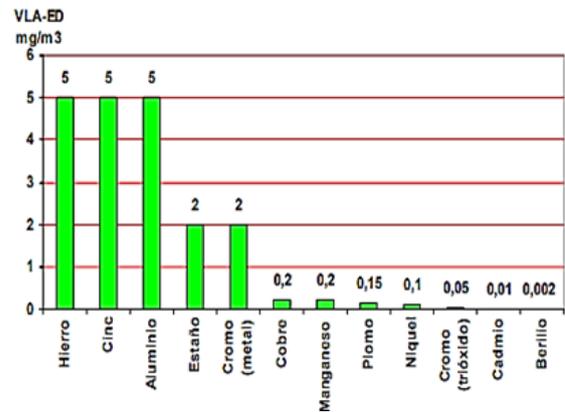


Figura12. Concentración de CO

Contaminantes	Factores Que Aumentan La Cantidad DeHumos Emitidos
Partículas y Gases	El tiempo efectivo diario de soldadura, Cantidad de materiales de aporte consumida. Potencia calorífica aplicada
Partículas (Humos visibles)	Ejemplos De Emisión Alta; Piezas Cadmiadas. Cadmio: 321°C Piezas Emplomadas; Plomo: 327°C Piezas; Galvanizadas. Zinc: 420°C
	Emisión media Aceros al carbono: Manganeso: 1.245°C; Hierro: 1.535°C
	Emisión baja; Aceros inoxidables; Niquel: 1.453°C; Cromo: 1.939°C
Gases (Humos visibles no)	Gases nitrosos. Un soplete quemando "en vacío" produce más gases nitrosos porque toda la energía calorífica actúa sobre el aire, oxidando más intensamente su nitrógeno
	Monóxido y dióxido de carbono. En los procesos de soldadura MIG y MAG la generación de estos gases (CO y CO ₂) será mayor contra más alta sea la proporción de anhídrido carbónico en el gas de protección.
	Ozono. En los procesos TIG, MIG y MAG

Figura13. Humos metálicos de soldadura

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El mejoramiento de los procesos de soldadura para proporcionar condiciones seguras en el ambiente laboral debe tener como objetivo, la promoción y mantenimiento del bienestar físico, mental y el bienestar social de los trabajadores en todas las ocupaciones, la prevención entre los trabajadores de las desviaciones de salud causados por sus condiciones de trabajo, la protección de los

trabajadores en su empleo contra los riesgos resultantes de factores adversos a la salud, la colocación y el mantenimiento del trabajador en un entorno de trabajo adaptado a sus capacidades fisiológicas y psicológicas. “La adaptación del trabajo al hombre y cada hombre a su puesto de trabajo”. Organización Mundial de la Salud y Organización Internacional del Trabajo, 1950 (*Accidentes laborales producen más de 2 millones de muertes al año | Blog*, s. f.)

Las mediciones de gases y humos están dentro del límite permisible máximo de 28655 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de CO, durante cada hora pico es de 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de CO, que establece la norma, es decir, tan solo 1345 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menos; esto se debe a la inadecuada extracción de los gases y humos hacia el exterior del área de trabajo.

Para garantizar las condiciones seguras en el trabajo utilizando los procesos de soldadura, se debe realizar controles y monitoreo ambiental frecuente en todas las áreas debido a que, en este tipo de industria manufacturera metalmeccánica, la calidad del aire varía de acuerdo a la demanda de proyectos, contaminándose con monóxido de carbono CO, ozono O₃, dióxido de azufre SO₂, óxidos de nitrógeno NO, NO₂, NO_x, material

particulado Mp2.5 y MP10, partículas sedimentales controladas con las normativas de seguridad industrial e higiene y normativas ambientales.

Los gases de soldadura se producen por la combustión de componentes químicos de los revestimientos de los electrodos que protegen del baño de fusión del arco eléctrico, así tienen más relevancia y afectan más la salud: el Dióxido de nitrógeno y Monóxido de Carbono (Aguilar, 2017). Cabe mencionar que el Monóxido de Carbono es uno de los principales gases contaminantes dentro del proceso de soldadura.

La mayor prevalencia de síntomas

osteomusculares en los últimos 12 meses fue: dolor/molestia en columna lumbar (23,36%), cuello (17,52%), hombros (16,30%), y rodillas (11,44%). El 7,54% de los trabajadores presentó flema crónica, el 3,41% bronquitis crónica el 2,68% asma, el 1,22% sibilancia, el 1,70% opresión de pecho, y menos del 1% disnea y tos nocturnas

Educar a los trabajadores sobre las fuentes y condiciones que puedan resultar en envenenamientos por CO como también los síntomas y el control de la exposición al CO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrés, F. E., & Guillermo, L. R. (2022). Reducción de tiempos en los procesos de soldadura en estructuras navales. *Proyecto Técnico previo a la obtención del título de ingeniero Industrial (UPS-Guayaquil)*, 73.

Botero, L. F., & Villa, M. E. (2004). Guía de Mejoramiento Continuo para la Producción en la CONstrucción de Proyectos de Vivienda. *Universidad Eafit*, 64.

Finder, L. (2004). Instrumento Andino de seguridad y Salud en el Trabajo. *Decisión del Acuerdo de Cartagena* 584, 11.

Garzón, W. M., Tapia, O., hernandez, M., & Villa, Y. Y. (2020). Accidentabilidad de la Población Trabajadora Ecuatoriana: Análisis de Variables para su Calificación. *ISSN 2664-6904*, 10.

Lozano, C. E. (28 de Enero de 2015). Seguridad Industrial: Fundamental Engranaje de las Empresas. *Metal Actual*, pág. 85.

Producción, C. d. (27 de Diciembre de 2021). Balance del Sector Industrial en 2021 y Proyecciones de la CIP para 2022. *Sostenibilidad en la Industria*, pág. 10.

Pública, M. d. (10 de Mayo de 2022). Precariedad Laboral. *Primer Estudio Nacional de Condiciones de Trabajo y Salud*, pág. 171.

Salud, O. P. (2021-2022). Panorama Nacional de la Salud de los Trabajadores. *Escuela de Condiciones de trabajo y salud 2021-2022*, 168.

trabajo, O. I. (16 de Junio de 2022). *Conferencia Internacional del Trabajo*. Obtenido de Resolución sobre la inclusión de un entorno del trabajo seguro y saludable en el marco de la OIT Reativo a los principios de Derechos Fundamentales en el Trabajo:

https://www.ilo.org/ilc/ILCSessions/110/reports/texts-adopted/WCMS_848653/lang--es/index.htm

Tulcan, S. M., Pabón, K. M., & Jimenez, O. D. (Mayo/Agosto de 2019). *Efectos de la Evaluación de Desempeño en la Calidad de la Vida Laboral del Trabajador*. Obtenido de Scielo: <https://doi.org/10.22267/rus.192102.152>