

RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN

-RAI-

RIESGOS INHERENTES AL PROCESO DE SOLDADURA MIG EN LA EMPRESA METALSEC SAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y SU RELACIÓN CON LOS EFECTOS PREVISTO EN EL DECRETO 2090 DE 2003.

Barragán Tania, Chaparro Juan, Miranda Ángela, Pulido Alberto, Sarmiento Diana

PALABRAS CLAVE: Soldadura MIG, pensiones de alto riesgo

DESCRIPCIÓN

La investigación tiene como objetivo la identificación de los riesgos del proceso de soldadura MIG para correlacionar su impacto en la salud de los trabajadores de la empresa METALSEC SAS y la eventual aplicación de normas de pensión de alto riesgo previstas en el Decreto 2090 de 2003. Para el estudio fue seleccionada la empresa METALSEC SAS con operación en la ciudad de Bogotá y que se dedica en su proceso misional a la elaboración de productos del sector metalmeccánico. Posteriormente, se efectuó la revisión documental de diferentes estudios a nivel nacional e internacional sobre el proceso de utilización de la soldadura MIG y MAG, la maquinaria, los componentes químicos utilizados dentro de este proceso y los efectos en la salud de los trabajadores identificados como asociados a la utilización de esta clase de soldadura. Luego de realizar una descripción de los procesos inherentes a la utilización de la soldadura MIG, se efectuaron visitas de campo para determinar las condiciones de trabajo de los trabajadores de la empresa METALSEC SAS, los procesos que se ejecutaban, los elementos de protección personal utilizados y la verificación de métodos de extracción de los gases de la soldadura y recolección de información sobre las mediciones higiénicas efectuadas por la empresa.

FUENTES

Se consultaron un total de más de 70 referencias bibliográficas relacionadas con: definición de soldadura MIG y MAG, maquinaria utilizada, características del proceso, componentes químicos de la soldadura, estudios sobre impacto en la salud de los soldadores, técnicas y procedimientos para el uso de estas soldaduras, normas vigentes en

Colombia desde el área de la seguridad y salud en el trabajo y del Sistema General de Pensiones.

CONTENIDO

La soldadura MIG/MAG es un proceso mediante el cual se establece un arco eléctrico entre el electrodo, que tiene forma de hilo continuo y la pieza a soldar. En este proceso se utilizan gases de protección activos o inertes siendo el más usado el argón, que es un gas inodoro e incoloro, no corrosivo, cuya identificación química es el color azul claro en la parte superior del cilindro que lo contiene. La maquinaria y herramientas usualmente utilizadas para este tipo de procesos es altamente especializada y, por lo general, está compuesta por 7 componentes que van desde una fuente de poder eléctrica, sistemas de alimentación de gas inerte, sistemas de enfriamiento, cables de potencia, antorcha, alambre y gas de protección. El proceso de soldadura MIG ha sido objeto de estudios en otros países, encontrando que tiene, respecto a la salud de los trabajadores, un potencial alto riesgo de que puedan contraer cáncer de pulmón, de laringe y del tracto urinario. Adicionalmente, se ha identificado que los soldadores pueden experimentar problemas pulmonares y respiratorios crónicos si no se tienen adecuados elementos de protección personal y procesos de extracción de gases tóxicos fruto del proceso químico – físico de la soldadura MIG, riesgo conocido como la inhalación de humos metálicos. Con base en la investigación teórica realizada y el análisis de los procesos propios de la empresa METALSEC, se investigó si los trabajadores de dicha empresa podrían ser beneficiario de un régimen pensional especial por actividades de alto riesgo.

METODOLOGÍA

La investigación utilizó métodos descriptivos y análisis estadístico de datos sobre el proceso metalmeccánico y el uso del proceso de soldadura

MIG. Para el estudio se tomó como referencia la investigación realizada en el año 2018 en Colombia por Jorge Puello Silva, Glicerio León Méndez, Diana Gómez Marrugo, Heidy Muñoz Monroy y Loraine Blanco Herrera, titulada Determinación de Metales Pesados en humos metálicos presentes en ambientes informales de trabajo dedicados a la soldadura que por sus características se consideró que los resultados de la misma permitían determinar mediciones higiénicas en la empresa METALSEC SAS. También se realizaron visitas de campo para corroborar el proceso de soldadura utilizado y las instalaciones en donde se realizaba el mismo y mediciones higiénicas de humos metálicos.

CONCLUSIONES

La investigación realizada, inequívocamente nos lleva a la conclusión de que el proceso de soldadura MIG en sí mismo, tiene una alta probabilidad de afectar la salud de los trabajadores, experimentando gran variedad de problemas respiratorios y pulmonares como bronquitis, asma, neumonía, neumoconiosis (enfermedades relacionadas con polvos), disminución de la capacidad pulmonar, silicosis (causada por la exposición a sílice) y siderosis (enfermedad relacionada con polvos óxidos de hierro en los pulmones). La exposición a los humos de

soldadura es catalogada por la IARC (International Agency for Research on Cancer) dentro del grupo I “carcinógeno para el ser humano”. Por lo tanto, se hace indispensable que se implementen controles administrativos de ingeniería y uso de elementos de protección personal para evitar tales consecuencias en la salud de los trabajadores expuestos. En el caso de la empresa METALSEC SAS, con base en los análisis efectuados sobre los procesos, las maquinarias, las instalaciones, los elementos de protección personal utilizados y los resultados obtenidos por las mediciones higiénicas de humos metálicos realizadas, se observó que ninguno de los componentes evaluados supera los límites permisibles de los componentes cancerígenos del proceso de soldadura MIG, no encontrándose entonces, una correlación objetiva respecto a la necesidad de una cotización especial de vejez por actividades de alto riesgo establecida en el Decreto 2090 de 2003. Sin embargo, se efectuaron recomendaciones respecto a inspección y mantenimiento periódico de las herramientas y equipos utilizados y de la campana extractora dispuesta para realizar el proceso de soldadura MIG.

ANEXOS

La investigación incluye como anexo los certificados de verificación de equipo de muestreo.

**RIESGOS INHERENTES AL PROCESO DE SOLDADURA MIG EN LA
EMPRESA METALSEC SAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y SU RELACIÓN
CON LOS EFECTOS PREVISTOS EN EL DECRETO 2090 DE 2003**

**BARRAGÁN TANIA, CHAPARRO JUAN, MIRANDA ÁNGELA, PULIDO
ALBERTO, SARMIENTO DIANA
AUTORES**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
ESCUELA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO
BOGOTÁ D.C, DICIEMBRE DE 2019**

**RIESGOS INHERENTES AL PROCESO DE SOLDADURA MIG EN LA
EMPRESA METALSEC SAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y SU RELACIÓN
CON LOS EFECTOS PREVISTOS EN EL DECRETO 2090 DE 2003**

**GONZÁLEZ EDGAR
DIRECTOR**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
ESCUELA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO
BOGOTÁ D.C, DICIEMBRE 2019**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 11 |
| ABSTRACT | 12 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 14 |
| PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 17 |
| OBJETIVOS | 18 |
| Objetivo General | 18 |
| Objetivos Específicos | 18 |
| ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 19 |
| MARCO TEÓRICO | 25 |
| EVOLUCIÓN HISTÓRICA | 25 |
| Generalidades | 26 |
| Proceso | 26 |
| Tipos de soldadura Mig | 28 |
| Máquinas y herramientas | 29 |
| La soldadura y sus riesgos a la salud | 20 |
| Gases de protección MIG | 21 |
| Riesgos higiénicos de los trabajos de soldadura | 23 |

| | |
|--|----|
| Exposición a contaminantes tóxicos | 24 |
| Soldar acero inoxidable | 27 |
| Soldar acero estándar | 27 |
| Soldar materiales con superficies tratadas | 27 |
| Control por ventilación en procesos de soldadura | 28 |
| Soldadura en espacios confinados y lugares angostos | 30 |
| Factores determinantes en la ventilación | 31 |
| Otros peligros a la salud | 32 |
| Elementos De Protección Personal Para La Manipulación De Soldadura Mig | 33 |
| Peligros Presentes En La Empresa Metalsec S.A.S | 36 |
| Proceso de soldadura Mig | 36 |
| MARCO LEGAL | 39 |
| MARCO CONCEPTUAL | 42 |
| HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN | 44 |
| Variables | 46 |
| MARCO METODOLÓGICO | 47 |
| Tipo De Estudio | 47 |
| Población Y Muestra | 42 |
| Etapas Del Proyecto | 43 |

| | |
|---|-----------|
| Procesamiento de la información. | 43 |
| Análisis de la información | 43 |
| Alcance de la investigación | 43 |
| RESULTADOS | 45 |
| Exposición laboral a humos de soldadura | 48 |
| DISCUSIÓN | 53 |
| REFERENCIAS | 58 |
| ANEXOS | 68 |
| Certificados De Calibración De Equipos De Muestreo. | 68 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Contaminantes Característicos de Equipos MIG | 15 |
| Tabla 2. Procesos De Soldadura Y Naturaleza De Los Humos Metálicos | 26 |
| Tabla 3. Marco legal. | 39 |
| Tabla 4. Identificación De Peligros Y Evaluación Del Riesgo | 45 |
| Tabla 5. Metodología de muestreo | 48 |
| Tabla 6. Relación De Equipos Y Accesorios Empleados En El Muestreo. | 49 |
| Tabla 7. Calificación Índice De Riesgo. | 50 |
| Tabla 8. Resultados De Evaluación De Exposición A Humos Metálicos. | 51 |

LISTA DE IMAGENES

| | |
|----------------------------------|----|
| Imagen 1. Proceso soldadura MIG | 28 |
| Imagen 2. Esquema Soldadura MIG | 29 |
| Imagen 3. Gases de Soldadura Mig | 22 |
| Imagen 4. Humos De Soldadura | 25 |
| Imagen 5. EPP Para Soldadura. | 35 |

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general identificar los riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG para responder a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores de riesgo asociados al proceso de soldadura MIG desarrollado en la empresa METALSEC SAS y su relación con los efectos previstos en el Decreto 2090 de 2003? esto es, determinar si los trabajadores de dicha empresa deben estar cubiertos por un régimen especial de pensiones por actividades de alto riesgo previsto en la legislación colombiana. El proyecto identifica peligros y valoración de riesgos a través de visitas de campo, mediciones higiénicas, análisis de los puestos de trabajo, entrevista a trabajadores, análisis de los resultados y su correlación con los presupuestos establecidos en la norma.

ABSTRACT

This research has as a general objective to identify the risks inherent to the MIG welding process to answer the research question: What are the risk factors associated with the MIG welding process developed in the METALSEC SAS company and its relation to the expected effects in Decree 2090 of 2003? that is, determine whether the workers of said company should be covered by a special pension plan for high-risk activities provided for in Colombian legislation. The project identifies hazards and risk assessment through field visits, hygienic measurements, job analysis, worker interviews, analysis of the results and their correlation with the budgets established in the standard.

INTRODUCCIÓN

El Decreto 2090 de 2003 define las condiciones para que un trabajador tenga derecho a recibir la pensión especial de vejez por la realización de tareas de alto riesgo listadas en el mismo. Dentro de estas se encuentran los trabajos con exposición a altas temperaturas y a sustancias comprobadamente cancerígenas, dos elementos que pueden encontrarse en la actividad de soldadura.

En la ciudad de Bogotá, se encuentra ubicada METALSEC S.A.S., una empresa dentro del sector metalmecánico. Dentro de sus procesos, realiza soldadura MIG, lo que hace necesario el análisis de riesgos para garantizar la protección a la seguridad y salud de los trabajadores y el derecho a percibir una pensión en las condiciones especiales que prevé el Decreto 2090 de 2003.

Partiendo de esta necesidad, este trabajo se desarrolla con el fin de valorar los riesgos a la salud de los soldadores y correlacionarlo con los lineamientos del Decreto 2090 de 2003, generando las recomendaciones pertinentes a la empresa METALSEC S.A.S. para tomar la decisión de la cotización de pensión especial de vejez a sus trabajadores.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los soldadores en su actividad laboral pueden experimentar una gran variedad de problemas respiratorios y pulmonares crónicos, que incluyen bronquitis, asma, neumonía, enfisema, neumoconiosis (enfermedades relacionadas con polvos), disminución de la capacidad pulmonar, silicosis (causada por la exposición a sílice) y siderosis (enfermedad relacionada con polvos óxidos de hierro en los pulmones).

Otros problemas de salud que se han encontrado entre estos trabajadores son: enfermedades del corazón, enfermedades de la piel, pérdida auditiva, gastritis crónica (inflamación del estómago), gastroduodenitis (inflamación del estómago y del intestino delgado) y úlcera delgado. Los soldadores de metales pesados, tales como cromo presentan daños en los riñones (CLUB, 2011).

De acuerdo con las diversas actividades que realiza la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá, la investigación se orientará con base en la problemática que genera en la salud humana trabajar con el equipo de soldadura MIG, ya que este equipo genera humos, que son inhalados no solo por el trabajador que utiliza el equipo sino también por los trabajadores que se encuentran en la misma área; las afectaciones en la salud pueden aumentar si los trabajadores no utilizan los elementos de protección personal adecuados para la manipulación del equipo e igual los que no lo manipulan.

A continuación, se relacionan los contaminantes que contienen el equipo MIG y que causan afectaciones a la salud (cancerígenos).

Tabla 1. Contaminantes Característicos de Equipos MIG

| MATERIAL | CONTAMINANTES CARACTERÍSTICOS | GASES (HUMOS NO VISIBLES) | |
|---------------------------------|---|--|---|
| | | MONÓXIDO Y DIÓXIDO DE CARBONO | OZONO |
| VARILLA O ALAMBRE DESNUDO | Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxido de cobre cuando el hilo va recubierto de este metal. | En los procesos de soldadura MIG 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. | Cuanta más radiación ultravioleta se produzca, mayor será la cantidad de ozono generada, por ejemplo: En los procesos MIG se produce más ozono que cuando se utilizan electrodos revestidos. Cuando se trabaja con piezas de aluminio se genera más ozono que cuando se trata piezas de acero al carbono. |
| GAS DE PROTECCIÓN | Cuando se aporta anhídrido carbónico: Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂). | | |

Fuente: Autores, 2019.

En la legislación colombiana, el Sistema de Seguridad Social Integral fue concebido para ser administrado de manera especial por operadores que tienen a su cargo la salud de los trabajadores, el régimen pensional y el régimen de riesgos laborales. A pesar de contar con legislación propia que regula el marco de cobertura de cada uno de esos regímenes, esto es, desde el origen de la enfermedad (común o laboral), el origen de la invalidez y la muerte (común o laboral), el Gobierno Nacional, en uso de las facultades legales otorgadas por la Ley 797 de 2003, y considerando que conforme a los estudios técnicos realizados, encontró que para el Sistema General de Pensiones, algunas actividades laborales que por su propia naturaleza disminuyen la expectativa de vida saludable del trabajador, independientemente de las condiciones en las que se efectúe el trabajo. Por tal motivo, mediante la expedición del Decreto 2090 de 2003, el Gobierno Nacional., como un beneficio conferido a los trabajadores que se encuentren expuestos a actividades de alto riesgo, otorgó la posibilidad de acceder a unas edades pensionales inferiores a las edades generales establecidas para los demás trabajadores y la obligación de los empleadores de pagar unas cotizaciones diferenciales para garantizar dicho beneficio.

El mencionado decreto, establece las actividades catalogadas como de alto riesgo para efectos pensionales, dentro de las cuales se estableció en el numeral 4 del artículo 2: “4. Trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas”.

Dado que, dentro de sus procesos de fabricación, la empresa METALSEC utiliza el proceso de soldadura MIG, el cual, como se mencionó anteriormente, es necesario establecer, desde el aspecto técnico y legal, si tales trabajadores deben acceder al beneficio pensional por el ejercicio de actividades de alto riesgo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los factores de riesgo asociados al proceso de soldadura MIG desarrollado en la empresa METALSEC SAS y su relación con los efectos previstos en el Decreto 2090 de 2003?

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar los riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG y su relación con los efectos previstos en el decreto 2090 de 2003 en la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá.

Objetivos Específicos

1. Identificar los peligros y valorar los riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG en la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá.
2. Revisar los lineamientos establecidos por el Decreto 2090 de 2003 sobre las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador.
3. Correlacionar los datos obtenidos del análisis de riesgos y los lineamientos del Decreto 2090 de 2003.
4. Generar las recomendaciones pertinentes a la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá.

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para la realización de esta investigación, se llevó a cabo la revisión documental de diferentes estudios a nivel nacional e internacional, resaltando los siguientes.

En Colombia, se han realizado algunos estudios y análisis en relación con la seguridad y salud de los soldadores. Es así como en el año 2012, José Alberto Núñez, ingeniero metalúrgico y de materiales, quien en su trabajo de grado como especialista en Gerencia Ambiental titulado “Guía de información para el control de la contaminación de gases y humos del proceso de soldadura” tuvo como objetivo proporcionar criterios que permitan al personal la identificación de un protocolo de procedimientos que contribuyan a controlar la emisión de gases y humos del proceso de soldadura, concluyendo con la identificación de procesos básicos dentro de la soldadura, los materiales peligrosos que resultan de estos y recomendaciones para proteger la salud de los soldadores y el ambiente, mediante la aplicación de sistemas de tecnología apropiada para la extracción y filtración de humos de soldadura. Dentro de la metodología aplicada, Núñez, realiza un diagnóstico de las condiciones de trabajo del soldador, el cual constituye un aporte importante para esta investigación, dado que se evaluarán los riesgos asociados a los peligros identificados por el autor.

En España, en mayo de 2012, Manuel Bernaola Alonso publica un artículo titulado Los Riesgos de la soldadura y su prevención, cuyo objetivo es indicar las pautas para realizar una evaluación de la exposición por inhalación de humos en operaciones de soldadura, concluyendo que para esto es necesario conocer el tipo de soldadura, las condiciones del trabajo, quien realiza la actividad, oportunidades de mejora, entre otras características

específicas. A lo largo del artículo el autor explica las diferentes técnicas de soldadura, incluyendo la que atañe a esta investigación y los riesgos generales asociados, además, con ejemplos detalla el cómo debe realizarse la evaluación de la exposición del soldador.

El constante desarrollo tecnológico ha hecho que varios riesgos a los que estaría expuesto el trabajador se mitiguen o eliminen de una forma eficaz pero también ha creado escenarios donde el reto actual es identificar los nuevos peligros que pueden estar expuestos los trabajadores para poder realizar un control. Por tal motivo no se puede limitar a la identificación de riesgos que ya están establecidos, por ejemplo, la experta profesional en Prevención de Riesgos Ximena Blamey Benavides en conjunto con Edgar Mosquera y Francisco Díaz (2016) en su trabajo “Estudio Exploratorio II. Identificación de nano partículas en procesos industriales de soldadura y de minería”, realizando un estudio exploratorio sobre la exposición laboral a nano partículas en procesos de empresas del sector minero, fundición y soldadura. Su objetivo fue realizar evaluaciones semi-cuantitativas de la exposición ambiental en procesos de minería, fundición y soldadura tomando varias muestras en diferentes empresas utilizando métodos convencionales e identificando la composición y morfología de las nano partículas con FRX y microscopía electrónica TEM. Blamey resalta que en el 2020 aproximadamente 10.000.000 de trabajadores estarán expuestos a nanos materiales, cifra que no incluye a los trabajadores que estarán expuestos a nano partículas que se generen en el proceso y que contaminen ambientes laborales. Llegando a la conclusión de la existencia de nano partículas de diferentes componentes y morfologías siendo uno de los más críticos el hierro y la sílice cristalina de tamaño nano partícula que puede llegar hasta los alvéolos. Siendo este un aporte importante a la presente

investigación, debido a la necesidad de establecer la relación entre la actividad de soldadura MIG y diferentes enfermedades laborales.

Otro ejemplo de identificación de riesgo son los espacios confinados combinados con una tarea de soldadura que Yurany Lorena Loaiza y Juan Sebastián Taborda en su trabajo de grado como especialistas en seguridad y salud en el trabajo del 2018 “Espacios confinados investigaciones realizadas en Colombia de 2013 a 2018” tuvieron como objetivo analizar la documentación existente en Colombia entre los años 2013 y 2018 sobre la prevención y/o reducción de riesgos en trabajos en espacios confinados. Este trabajo concluye en que toda acción de prevención para evitar accidentes en espacios confinados, se basa principalmente en la capacitación del personal involucrado y en el diseño e implementación de estándares y procedimientos definidos gracias a que su metodología usada fue la revisión de documentos tanto como libros, estudios investigativos, base de datos de las ARL y Ministerio de Minas y Energía y otros estudios investigativos resaltando así la gran debilidad en los estados preventivos. Aportando a esta investigación los controles que pueden evitar un contacto directo de los trabajadores y superando los límites permisibles en un trabajo de soldadura MIG.

Loya Suntaxi Christian Javier, de la Universidad Central de Ecuador en la ciudad de Quito, dentro de su tesis tiene como propósito desarrollar y determinar una normativa correspondiente a control de calidad ventajas en procesos de soldadura MIG y establecer una gestión correspondiente para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales. Con el avance de la tecnología se han involucrado altos estándares en la fabricación de estructuras metálicas de los que se trata de mejorar para un beneficio tanto para el cliente como para el desarrollo profesional y ético del taller (Javier, 2017) aporte que los investigadores

consideran de gran relevancia para la construcción del presente documento ya que la aplicación de alta tecnología puede evitar la exposición de los trabajadores a una tarea de alto riesgo.

José Morelos Gómez y Tomás Fontalvo, en su artículo de investigación titulado “Caracterización y análisis del riesgo laboral en la pequeña y mediana industria metalmecánica en Cartagena- Colombia” llevan a cabo el análisis de factores de riesgo laboral en a través de metodologías descriptivas y análisis estadísticos de datos en 16 empresas metalmecánicas. Como conclusión resaltan que los insumos más utilizados dentro de esta industria son: el acero, el alambre, el aluminio, el bronce, el hierro y la soldadura. Además, el 44% de empresas evaluadas no cuentan con un SG- SST presentando altos índices de accidentalidad e indicadores de productividad más bajos. Este artículo representa una fuente fundamental de información acerca de la industria en la que se encuentra incluida METALSEC SAS proporcionando además una base para la valoración cuantitativa de los riesgos.

Manuel Gabriel Romo Sánchez, en su artículo de investigación Pletismografía en soldadores de acero, soldadura al arco con gas inerte, permite evidenciar los efectos de la exposición crónica a la soldadura sobre la función pulmonar, estimando la influencia de la actividad; el estudio se realizó en una población masculina de soldadores de una fábrica dedicada a operaciones de soldadura. Los sujetos se empleaban en la fabricación de partes de maquinaria pesada en Monterrey, Nuevo León, México. (SÁNCHEZ, 2003). Dicho estudio, permite a los investigadores sustentar el hecho de la inclusión o no de la actividad de soldadura MIG en los efectos establecidos por el Decreto 2090 de 2003.

Regresando a Colombia, en el año 2018, Jorge Puello Silva, Glicerio León Méndez, Diana Gómez Marrugo, Heidi Muñoz Monroy y Loraine Blanco Herrera, realizaron una investigación titulada “Determinación de metales pesados en humos metálicos presentes en ambientes informales de trabajo dedicados a la soldadura”, siendo su objetivo establecer el riesgo de exposición a metales evaluando el arsénico (As), cromo (Cr), manganeso (Mn) y el plomo (Pb). Concluyendo que el plomo es el metal presente en niveles más altos, debido a que es comúnmente utilizado como recubrimiento. Se considera que los resultados de dicha investigación sirven para determinar el enfoque de las posibles mediciones higiénicas en la empresa METALSEC SAS.

El estudio sobre los efectos de la soldadura MIG en los trabajadores y su correlación con la eventual clasificación como actividad de alto riesgo para los efectos del Decreto 2090 de 2003, conlleva necesariamente a conocer a profundidad el proceso de soldaduras y la utilización de maquinarias y equipos especializados para el desarrollo de esta tarea la cual es considerada en el mundo del trabajo como un labor altamente especializada toda vez que es realizada por personal operativo con alto grado de preparación en el uso de maquinarias, equipos y técnicas de soldadura. El estudio realizado por CEPYME Aragón y la Fundación Para la prevención de riesgos laborales, ambas en España, contiene de manera descriptiva todos los procesos de soldaduras, equipos y medidas de prevención mínimas requeridas para el desarrollo del trabajo sin afectación grave de los trabajadores que realizan el proceso (Estudio para la Evaluación de Riesgos en Trabajos de Soldadura: MIG, MAG, TIG, Soldadura por Electrodo y Trabajos en Espacios Confinados, 2012). Los investigadores consideran esta información importante para evaluar los controles de ingeniería ya

establecidos en METALSEC y la efectividad que tienen para evitar la exposición de los trabajadores.

El Sistema General de Pensiones en Colombia contempla el otorgamiento de una pensión especial de vejez para aquellos trabajadores afiliados al Régimen de Prima Media con prestación definida que laboren en actividades de Alto Riesgo, por considerar que estas actividades generan la disminución de la expectativa de vida saludable del trabajador o la necesidad de su retiro de las funciones laborales que ejecuta, que para el caso de los soldadores, se enmarca dentro de los trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas. Sobre el particular, Fasecolda, entidad que representa la actividad del sector asegurador en Colombia, desarrolló en el año 2015 una guía técnica (borrador) para la identificación de la exposición a los trabajos de alto riesgo establecidos en el Decreto 2090 de 2003, en la cual se clasifican las actividades de alto riesgo “por oficio” y “por agente de alto riesgo”, incluidas en este último las sustancias cancerígenas; la manera para determinar la exposición con fundamento en conceptos generales de la organización de la salud, asociación de higiene industrial de los Estados Unidos, entre otros; describe los factores que deben ser considerados para analizar la exposición permanente y el proceso administrativo para la identificación y verificación de la exposición del trabajador a los agentes de alto riesgo. Siendo así, esta guía servirá a los investigadores para correlacionar la valoración de riesgos realizada en la empresa METALSEC SAS y los efectos establecidos en el Decreto 2090 de 2003.

MARCO TEÓRICO

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

A continuación, se resume aquellos hitos que fueron concluyentes en el avance, en general de la técnica de soldar bajo gas protector, hasta nuestros días:

- **1919:** se llevan a cabo las primeras investigaciones sobre el uso de gases de protección en los procesos de soldeo. Estas investigaciones versaron principalmente sobre los dos grandes grupos de gases, a saber, inertes (caso del Helio y Argón) o activos (CO₂). No obstante, el empleo de este último tipo inducía a la aparición de proyecciones y poros en el cordón una vez solidificado; pero, por otro lado, el poder calorífico alcanzado por el arco bajo un gas activo es muy superior al alcanzado empleando un gas noble;

- **1924:** es el año donde aparece la primera patente TIG registrada por los americanos Devers y Hobard;

- **1948:** comienza a emplearse gas inerte con electrodo consumible, dando lugar a lo que más tarde será conocido como procedimiento MIG. Este tipo de procedimiento tenía el inconveniente que era poco el grado de penetración que se alcanzaba en los aceros.

- **1952:** es el año donde comienza a emplearse gas activo con electrodo consumible, dando lugar a lo que más tarde será conocido como procedimiento MAG;

- **1950:** se van desarrollando procedimientos de automatización de los procesos de soldeo, gracias a las mejoras conseguidas en los equipos de soldeo y en la fabricación de los materiales de aporte. Por ejemplo, para disminuir las proyecciones se empezaron a emplear como material de aporte hilos huecos rellenos en su interior de revestimiento, o el empleo de mezclas de gases nobles y activos.

Generalidades

Mediante la soldadura MIG/MAG se establece un arco eléctrico entre el electrodo, que tiene forma de hilo continuo, y la pieza a soldar. En esta ocasión la protección tanto del arco como del baño de soldadura se lleva a cabo mediante un gas, que puede ser activo (MAG) o inerte (MIG).

La soldadura MIG-MAG tiene ventajas respecto al procedimiento de electrodo revestido. Entre ellas cabe destacar la mayor productividad que se obtiene, debido a que se eliminan los tiempos muertos empleados en reponer los electrodos consumidos. Se estima que para el procedimiento usando electrodo revestido, el hecho de desechar la última parte del electrodo antes de reponerlo por otro, más el consiguiente proceso de cebado del arco, hace que sólo el 65% del material es depositado en el baño, el resto son pérdidas. Sin embargo, el empleo de hilos continuos en forma de bobinas, tanto del tipo sólidos como tubulares, como material de aportación para el procedimiento MIG-MAG aumenta el porcentaje de eficiencia hasta el 80-90%. Además, al disminuir el número de paradas se reduce las veces del corte y posterior cebado del arco, por lo que se generan menos discontinuidades en el cordón como son los famosos "cráteres". (Tutorial nº 53 - Fundamentos de la Soldadura MIG-MAG, Ingemecánica Ingeniería, Consultoría y Formación).

Proceso

Es un proceso sumamente sencillo, aunque requiere de habilidades técnicas muy específicas, tiene el inconveniente de que es un proceso con poca productividad, debido fundamentalmente a que no es un proceso continuo, dada esta limitación se desarrolló el

proceso de soldadura MIG. Que va a permitir al operador una mayor continuidad en la operación, y también tendrá una mejor utilización del material de aporte. Este equipo fundamentalmente opera bajo el mismo principio de la soldadura con electrodo, con una diferencia significativa, ya que el material de aporte viene en rollos y en forma de alambre continuo, lo que permite una mayor movilidad en la ejecución, y con el beneficio, de que requiere un poco menos de destrezas técnicas de parte del operario. El proceso como decía anteriormente es exactamente el mismo, la diferencia Significativa, esta que, en lugar de tener un electrodo, vamos a tener un alambre Continuo, que nos servirá para establecer el arco eléctrico, pero además en este Proceso no tenemos recubrimiento, por lo que la atmósfera de protección lo provee un gas Inerte o Activo. (scribd, Marco Teórico Soldadura Mig Cargado por Néstor De León).

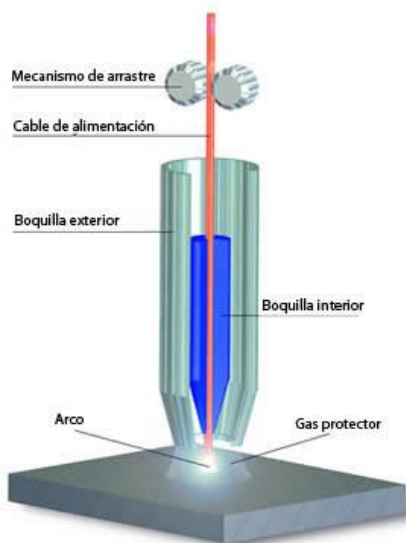
Cuando hablamos sobre el proceso básico de este tipo de soldaduras, estamos hablando esencialmente de 3 tipos de técnicas muy distintas entre sí. Tenemos la transferencia por “Corto Circuito”, la transferencia “Globular” y, por último, la transferencia de “Arco Rociado (Spray Arc)”.

Transferencia por Corto Circuito: También es conocido como “Arco Corto”, “Transferencia espesa” y “Micro Wire”. El cambio del metal sucede cuando un corto circuito eléctrico es determinado, ósea, esto ocurre cuando en la punta del hilo del alambre hace una unión con la soldadura fundida.

Transferencia por Rociado (Spray Arc): Ocurre cuando pequeñas gotas del metal fundido son extirpadas de la punta del alambre y proyectadas hacia la soldadura licuada o fundida.

Transferencia Globular: Es un proceso por el cual las gotas del metal licuado, llámese fundido, son demasiado grandes para hundirse por la fuerza de gravedad.

Imagen 1. Proceso soldadura MIG

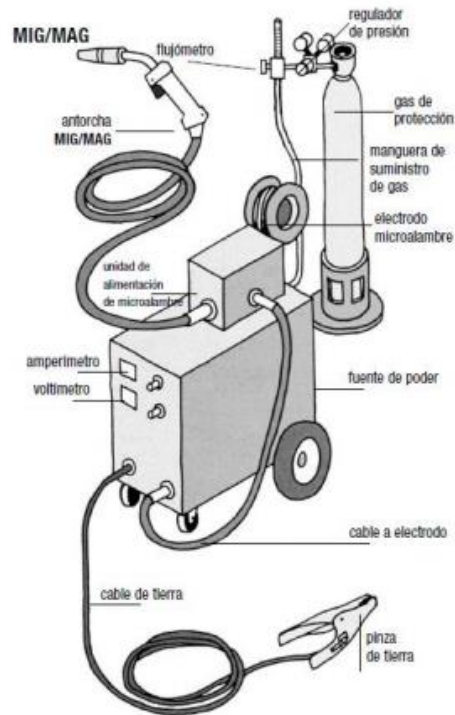


Fuente: (HERRAMIENTAS, 2014)

Tipos de soldadura Mig

- Las **soldaduras MIG**, son recomendables debido a su facilidad de operación, produciendo grandes tasas de fabricación por su nivel de rendimiento.
- Los instrumentos de la soldadura, como los cables y la pistola, son ligeros, haciendo más fácil su transporte y su manipulación para el soldador.
- Las **soldaduras MIG**, es uno de los métodos más versátiles en cuanto a la variedad de metales y aleaciones que se pueden utilizar.

Imagen 2. Esquema Soldadura MIG



Fuente: (BRAVO, 2015)

Máquinas y herramientas

El equipo de una soldadura MIG. Varía significativamente, ya que además de la fuente de poder necesitamos de un equipo adicional, que permita mantener de forma continua la alimentación del alambre para soldar, además de eso la antorcha varía significativamente ya que debe de facilitar también la inyección del gas de protección. Su equipamiento final también es relativamente sencillo. Componentes:

1. Fuente de poder
2. Sistema de alimentación de gas Inerte

3. Sistema de enfriamiento de la antorcha, únicamente cuando es requerido
4. Cables de potencia
5. Antorcha
6. El alambre: Este es el que sirve como material de aporte y que conforma el cordón de soldadura, debe poseer las características propias del material que se desea soldar, y al igual que en el caso del electrodo recubierto, también esta estandarizado por AWS.
7. Gas de Protección El gas de protección ha de mantenerse a un flujo adecuado, para que la atmosfera de protección sea la más adecuada. Como gas inerte se utiliza generalmente el Argón (pueden utilizarse otros gases) es un gas inodoro, e incoloro, no es corrosivo, y no reacciona con los materiales que se están soldando, se identifica con un color azul claro en la parte superior del cilindro.
(León, 2019)

La soldadura y sus riesgos a la salud

Estudios realizados a soldadores y cortadores con flama, han mostrado que estos trabajadores tienen un alto riesgo de contraer cáncer de pulmón y posiblemente cáncer de la laringe y el tracto urinario.

Dichos hallazgos no sorprenden si se está expuesto a grandes cantidades de sustancias tóxicas envueltas en los humos de soldadura, incluyendo agentes cancerígenos tales como el cadmio, níquel, berilio, cromo y arsénico.

Los soldadores también pueden experimentar una gran variedad de problemas respiratorios y pulmonares crónicos, que incluyen bronquitis, asma, neumonía, enfisema, neumoconiosis (enfermedades relacionadas con polvos), disminución de la capacidad

pulmonar, silicosis (causada por la exposición a sílice) y siderosis (enfermedad relacionada con polvos óxidos de hierro en los pulmones).

La soldadura también implica riesgos reproductivos en los soldadores. Un estudio reciente realizado por OSHA1 encontró que en específico los soldadores que trabajan con acero al carbón, tienen menos cantidad y calidad de espermatozoides que hombres en otros tipos de trabajos. Varios estudios han demostrado que ha aumentado el retraso en la concepción y la no concepción entre soldadores y sus parejas. Las causas posibles incluyen exposición a: (1) metales, como aluminio, cromo, níquel, cadmio, hierro, manganeso y cobre; (2) gases, como nitrosos y ozono; (3) calor; y (4) radiación ionizante, usada para verificar las costuras de soldadura.

Gases de protección MIG

El gas en la soldadura MIG - MAG es crucial, tiene dos grandes cometidos:

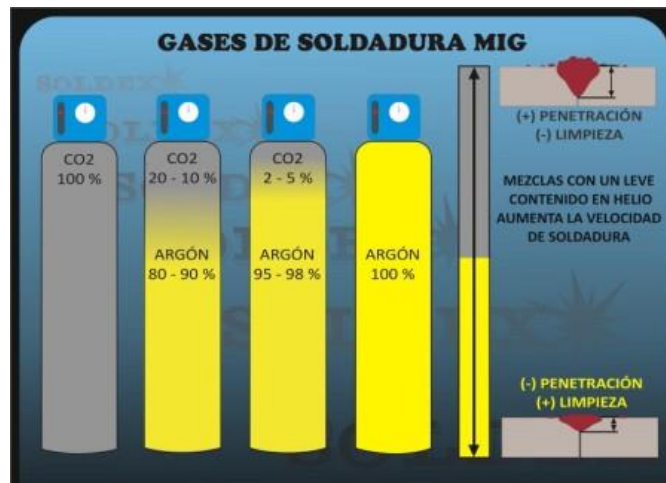
- Desplazar el Oxígeno y el Nitrógeno en la zona de soldadura.
- Servir de conductor a la corriente.

Para que el cordón de soldadura sea compacto, penetrante y limpio, debe de ser protegido con un gas que desplace principalmente el Oxígeno y el Nitrógeno de la atmósfera de la zona a soldar. Ya que las incursiones de estos gases en el cordón producirán principalmente poros, pero además poca estabilidad de arco y salpicaduras.

Esto se consigue por dos metidos, activo o inerte. El Argón es el gas más utilizado para la soldadura inerte MIG. El CO₂ como activo MAG. Pero en la industria en España, lo que más comúnmente es utilizado es la mezcla de ambos para aceros al carbono. Una mezcla muy pobre en activo para Inox y MIG 100% para la soldadura de Aluminio.

- a) Argón (Ar): El empleo de este gas bajo procedimiento MIG repercute en crear una buena estabilidad del arco, debido al bajo potencial de ionización que genera. Es idóneo para soldar piezas de espesores pequeños. Este gas no se usa para soldar aceros dado que el baño que origina tiene poca fluidez y con tendencia a formar poros, a la vez que mordeduras a ambos lados del cordón. En cuanto a la forma de llevar a cabo la transferencia del material de aporte, es mediante cortocircuito o en "spray".

Imagen 3. Gases de Soldadura Mig



Fuente: (Soldadura, 2013)

- b) Mezcla de argón y oxígeno (Ar al 98% + O2 al 2%): Si se utiliza esta mezcla mejora la fluidez del baño, a la vez que la penetración de la soldadura. Esta solución sí es apta para la soldadura de aceros inoxidable, aunque hay que prestar especial atención a la porosidad que pudiera generarse.

c) Helio (He): Es un tipo de gas de elevada conductividad, a la vez que genera poca penetración de soldeo y cordones anchos. Es un tipo de gas poco utilizado en Europa. (Hermenegildo Rodriguez Galbarro, 2019).

Riesgos higiénicos de los trabajos de soldadura

Los peligros higiénicos son poco evidentes si se les compara con los peligros de seguridad. Las consecuencias de la exposición no suelen manifestarse de forma inmediata, pues las Enfermedades Profesionales (EP) tienen tiempos muy largos de latencia. Ello provoca cierto relajamiento en la protección directa y cotidiana de los riesgos higiénicos (AEPSAL, 2015).

En 2009, la Oficina de Prevención de Riesgos Laborales (Foment del Treball Nacional) publicó la guía “Metodología y fichas de control de riesgos higiénicos en los procesos de soldadura”, que orienta en la gestión del riesgo higiénico en dicha actividad, y que nos sirve parcialmente de base bibliográfica para este artículo.

“Durante los procesos de soldadura, y también en las operaciones relacionadas con dichos procesos, como por ejemplo cortar o fundir un material, se generan un amplio número de contaminantes a los que el trabajador / soldador puede estar expuesto. El tipo de contaminante que se genera depende del tipo de soldadura, del material de aporte (electrodo, varilla) y de su recubrimiento”, recuerda la guía metodológica editada por Foment en su presentación.

Los posibles accidentes y enfermedades profesionales a los que se expone el trabajador dependen de los contaminantes que se generen. También cabe destacar que un soldador puede realizar su trabajo en un lugar ocupado por otros trabajadores cuyas tareas estarán o no relacionadas con la soldadura. Estas situaciones requieren un buen análisis de

coordinación de actividades empresariales para evitar que los riesgos derivados de las operaciones de soldadura afecten a otros trabajadores.

Exposición a contaminantes tóxicos

Inhalación de humos metálicos provenientes del metal de base y de los electrodos

Los contaminantes presentes pueden ser óxidos de hierro, cobre, cromo, níquel, manganeso, cobalto, aluminio, molibdeno, titanio, tungsteno y el vanadio, entre otros. Los soldadores de aceros inoxidable de alta aleación, ricos en cromo y níquel, presentan un mayor riesgo de padecer un cáncer de pulmón. La inhalación de humos de cromo hexavalente es uno de los principales riesgos de los soldadores (AEPSAL , 2015).

Otro metal que se encuentra en algunos aceros es el manganeso. La exposición crónica a humos de manganeso puede provocar efectos sobre el sistema nervioso central (una enfermedad parecida al Parkinson). Por este motivo, el manganeso es uno de los tóxicos relacionados con los procesos de soldadura más investigados en los últimos años y, como consecuencia de ello, su límite de exposición profesional (VLA en España) se ha ido reduciendo paulatinamente de manera drástica. La exposición al cadmio es cada vez más excepcional o residual, aunque conviene recordar que es uno de los tóxicos más peligrosos. En la exposición aguda el “órgano diana” es el pulmón, y en la exposición crónica, los riñones.

Inhalación de humos metálicos provenientes del recubrimiento de las piezas a soldar

El peligro lo representan los óxidos de hierro, cromo, plomo y zinc. En la soldadura blanda (temperatura de fusión < 450° C) el metal de aporte suele ser el plomo y el estaño, pero también se emplean el antimonio, cadmio, plata, cobre y zinc. Los fundentes pueden

contener compuestos inorgánicos (cloro y flúor) y compuestos orgánicos (derivados halogenados de aminas y amidas) (AEPSAL , 2015).

En la soldadura dura (temperatura de fusión $> 450^{\circ}\text{C}$) el metal de aporte puede ser a base de cobre, cadmio, plata, aluminio, níquel. Los fundentes pueden contener boro, fluoruros, fosfatos, cloruros y silicatos.

Inhalación de gases y vapores provenientes de la transformación térmica que se produce durante el proceso de soldadura

En este grupo de contaminantes cabe destacar el ozono, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y una serie de productos de descomposición como el fosgeno, ácido cianhídrico, fluoruros y aldehídos entre otros (AEPSAL , 2015).

En el cuadro adjunto se describen los principales metales que pueden encontrarse en las operaciones de soldadura, las manifestaciones clínicas agudas y crónicas, sus VLA (Valores Límite Ambientales) y sus VLB (Valores Límite Biológicos).

Imagen 4. Humos De Soldadura



Fuente: (AEPSAL , 2015)

Tabla 2. Procesos De Soldadura Y Naturaleza De Los Humos Metálicos

| | Intoxicación aguda | Intoxicación crónica | Valores Límite (2010) |
|-----------|---|---|--|
| CADMIO | -Absorción respiratoria: "fiebre de los metales, neumonitis química, edema de pulmón -Absorción digestiva: dolor abdominal, náuseas, vómitos, diarrea | -Rinitis: Perforación del tabique nasal, anosmia, bronquitis, enfisema -Pigmentación amarilla dientes. -Nefropatía cádmica: tubulopatía proximal -Cancerígeno de pulmón y de próstata | VLA-ED: 10 µg/m ³ VLB: 5 µg/l, sangre 5 µg/g creatinina, orina |
| CROMO | -Gastrointestinal: dolor abdominal, vómitos, diarrea, hemorragia intestinal -Insuficiencia renal aguda por necrosis tubular -Insuficiencia hepática -Coagulopatía | -Cutánea: úlceras 5-10 mm, indoloras, dorso de manos y dedos ("nidios de paloma"). Dermatitis de contacto -Respiratoria: Rinitis – Úlcera – Perforación del tabique nasal -Cancerígeno de pulmón y senos nasales y para-nasales | VLA-ED: 50 µg/m ³ VLB: diferencia entre principio y final de jornada: 10 µg/l Final de la semana laboral: 25 µg/l |
| BERILIO | -Iritación de VAS: Neumonitis química -"Fiebre de los metales" | -Fibrosis pulmonar -Cutánea: Granulomas -Cancerígeno de pulmón | VLA-ED: 0,2 µg/m ³ |
| NÍQUEL | -"Fiebre de los metales" | Respiratoria: Rinitis – Perforación del tabique nasal. Sinusitis, anosmia. Cáncer bronco-pulmonar o etmoidal. -Cutánea: Dermatitis de contacto - Cancerígeno de pulmón y senos nasales y paranasales | VLA-ED: 1 mg/m ³ |
| ALUMINIO | -Encefalopatía (pacientes de diálisis) | -Enfermedad de Shaver (fibrosis pulmonar) | VLA-ED -Humos: 5 mg/m ³ -Polvo: 10 mg/m ³ BAT (Alemania): 60 µg/g creatinina (orina) |
| CINC | -"Fiebre de los metales" Es el metal en el que se da con mayor frecuencia | -Respiratoria: Rinitis – Perforación del tabique nasal -Cutánea: Dermatitis de contacto -Ocular: Conjuntivitis. Alteraciones retinianas | VLA-ED -Humos: 5 mg/m ³ -Polvo: 10 mg/m ³ |
| COBRE | -Fiebre de los metales -Alteraciones digestivas -Insuficiencia hepática -Insuficiencia renal | -Perforación del tabique nasal -Coloración verdosa de piel y faneras -Dermatitis de contacto -Alteraciones hepáticas | VLA-ED -Humos: 0,2 mg/m ³ -Polvo: 1 mg/m ³ |
| COBALTO | -Alteraciones respiratorias -Alteraciones digestivas | - Dermatitis de contacto - Fibrosis pulmonar | VLA-ED: 0,02 mg/m ³ VLB: 1 µg/l, sangre 1,5 µg/l, orina |
| MANGANESO | -Neumonitis química: neumonía mangánica | -Alteraciones respiratorias. -Cuadro neuro-psiquiátrico: "Psicosis mangánica" (danza, canta y ríe, llora, confunde las herramientas, alteración de la expresión verbal y escrita) "Síndrome Parkinsoniano", con hipertonia y temblor de extremidades inferiores ("paso de pollo") | VLA-ED: 200 µg/m ³ BAT (Alemania): 20 µg/l (sangre) |
| PLOMO | -Digestivas: cólico saturnino: dolor, vómitos, estreñimiento -Encefalopatía saturnina: convulsiones, coma, muerte -Renales: Albuminuria, cilindriuria, oliguria -Hepáticas: de citolisis a necrosis hepática | -Alteraciones hematológicas (anemia saturnina). -Alteraciones digestivas (constipación). -SNC (sistema nervioso central): cefalea, insomnio, alteraciones del carácter y memoria -SNP (sistema nervioso periférico): Polineuropatía motora extremidades superiores -Hipoespermia -HTA (hipertensión arterial): por afección renal -Enfermedad renal crónica | VLA-ED: 150 µg/m ³ VLB: 70 µg/dl |

Fuente: (AEPSAL , 2015)

Soldar acero inoxidable

En soldadura con varillas o mediante los métodos MIG, TIG o plasma, el humo que desprenda la soldadura de acero inoxidable siempre estará contaminada con partículas, normalmente de cromo y níquel, siendo la inhalación del cromo la más peligrosa. El método TIG no produce mucho humo, pero sí grandes cantidades de ozono. El corte o soldadura por plasma alcanza temperaturas muy altas que pueden dar lugar a emisiones de óxido nitroso. Si la concentración supera el valor límite de estos gases, deberá utilizarse un equipo de protección (línea de aire comprimido) (AEPSAL , 2015).

Soldar acero estándar

Pese a no ser de los más peligrosos, el humo de esta soldadura contiene partículas de óxido de hierro, que pueden producir siderosis. También pueden desprenderse partículas de otras sustancias nocivas, como flúor y manganeso. La soldadura MIG/MAG y con varillas producirá gran cantidad de humos, lo que hará necesario un respirador con filtro de partículas, y mantener el lugar de trabajo correctamente ventilado.

Soldar materiales con superficies tratadas

Se liberan varios contaminantes peligrosos, cuya nocividad depende del tipo de tratamiento aplicado a la superficie. Al soldar acero galvanizado, se liberan partículas de óxido de zinc, responsables de la conocida como ‘fiebre del fundidor de zinc’, o fiebre del humo. Si la soldadura se efectúa sobre materiales pintados, habrán de extremarse las precauciones, pues muchos tipos de pintura emiten contaminantes altamente nocivos. Cuando los materiales están pintados con imprimación de plomo (actualmente en desuso) hay que utilizar un respirador con filtro de partículas. Con pinturas de dos componentes, o

tratamientos de poliuretano, existe un riesgo elevado de exposición a isocianatos, que, además de nocivos, son muy difíciles de detectar (AEPSAL , 2015).

Cuando el material a soldar se ha tratado previamente con un disolvente, (tricloretileno), o la pintura contiene otros disolventes, se formarán gases muy tóxicos que requieren protección respiratoria del soldador (filtro combinado o un sistema de respiración con aire comprimido).

Control por ventilación en procesos de soldadura

Para la mayoría de los procesos de soldadura al arco, ya sea con electrodo revestido o mediante sistemas MIG/MAG o TIG, las medidas de control por ventilación que pueden ser aplicadas en la práctica son de tipo III (cabinas ventiladas) (AEPSAL , 2015).

Cada situación es prácticamente única y requiere sistemas específicos sobre la base de obtener la eficiencia. Pueden combinarse varios sistemas (por ejemplo, impulsión de aire – campanas adheridas), con el fin de adaptarse a las características y formas de las piezas fabricadas. En todos los casos, además de la ventilación localizada, es necesario instalar sistemas de ventilación general, con el fin de eliminar los humos que se escapen. Veamos alguna casuística:

Piezas pequeñas: Es recomendable el empleo de mesas de soldadura con aspiración frontal. Las rendijas de aspiración deben situarse en un plano perpendicular al de la mesa, en el lado opuesto a la de la posición del soldador, de forma que se origine un flujo de aire horizontal que aleje los humos del área de respiración del trabajador.

Piezas medianas: Se usan cabinas de aspiración en las que la pieza y el soldador puedan situarse en su interior. El aire se ha de aspirar por la cara opuesta a la boca de la cabina, de forma que se origine un flujo de aire horizontal. Es conveniente disponer de

medios mecánicos, como polipastos o plataformas giratorias, que permitan modificar con facilidad la posición de la pieza para que la corriente de aire aleje los humos de la posición del soldador.

También se recurre a campanas de aspiración conectadas a conductos articulados, de forma que la posición de la campana pueda modificarse con facilidad para situarla junto al punto donde se realiza la soldadura. Este tipo de campanas tienen caudales intermedios entre 500 y 700 m³/h, y para que sean eficaces se han de situar muy próximas al punto de soldadura, a unos 20 o 25 cm como máximo.

Otra posibilidad es el uso de campanas adheridas mediante bases magnéticas. Son de bajo caudal, entre 200 y 300 m³/h, conectadas al ventilador mediante conductos flexibles de pequeño diámetro, entre 60 y 80 mm. Las campanas pueden ser de diferentes formas y han de escogerse para que se adapten al trazado del cordón de soldadura. Son eficaces si se colocan a distancias muy próximas, de 10 a 15 cm del cordón de soldadura.

Piezas muy grandes: Cuando se sueldan piezas muy grandes que no pueden moverse, solo pueden usarse sistemas de aspiración portátiles como los descritos anteriormente:

- Campanas de aspiración conectadas a conductos articulados, instaladas sobre unidades de aspiración portátiles, que consisten en un ventilador y un filtro de humos.

- Campanas adheridas mediante bases magnéticas. En estos casos es conveniente complementar la aspiración mediante sistemas de impulsión de aire, situándolos de forma que originen en el puesto del soldador corrientes de aire de entre 0,5 a 1,5 m/s, que evacuen los humos generados. Si el soldador se desplaza, la campana de captación también debería hacerlo, pues si se aleja del foco del contaminante se pierde la protección y la eficacia de

la ventilación, y los contaminantes escapan al control, difundiéndose por la atmósfera del lugar de trabajo.

Los equipos de impulsión de aire empleados en estos casos deben ser muy ligeros para que puedan cambiarse fácilmente de lugar según la posición que ocupa el soldador, y a su vez deben ser suficientemente robustos y estar debidamente protegidos para no dar lugar a riesgos mecánicos. Si se utilizan estos sistemas en el interior de naves industriales, es imprescindible que el sistema de ventilación general de las mismas sea suficiente para eliminar la contaminación dispersada por las impulsiones individualizadas.

Soldadura en espacios confinados y lugares angostos

En los espacios confinados y en los lugares que, por sus reducidas dimensiones, merma la eficacia de los sistemas de impulsión de aire descritos, deben utilizarse conductos flexibles para la aportación de aire. Estos conductos deben conectarse a ventiladores situados en el exterior, en zonas donde puedan captar aire limpio y fresco, que debe transportarse hasta el fondo del recinto donde se esté soldando, de forma que en su recorrido de salida pueda arrastrar los humos de soldadura, dejando expedita la zona de trabajo del soldador. Para la ventilación general del recinto es preferible utilizar conductos de impulsión de aire frente a conductos de extracción, ya que pueden ser mucho más ligeros, manteniéndose hinchados por la propia presión del ventilador. Los conductos de extracción no deben interferir las corrientes de aire evacuado de la zona de soldadura debido a su constitución o instalación (AEPSAL , 2015).

Además de los sistemas de ventilación general del recinto, deben instalarse campanas de aspiración localizada con soporte magnético. En estos casos es posible que la línea de

aspiración tenga que ser de una longitud considerable, lo cual puede dar lugar a pérdidas de carga importantes, que deben contrarrestarse usando ventiladores de alta presión.

En espacios con poca ventilación como, por ejemplo, depósitos, tuberías o habitaciones selladas, deberá utilizarse un respirador de aire comprimido independientemente del método de soldadura que vaya a emplear. El suministro de aire comprimido respirable aporta el oxígeno necesario para respirar, así como protección contra gases y partículas peligrosos. En cualquier caso, los equipos de respiración asistida no se deben utilizar nunca en entornos cuya atmósfera represente un peligro inmediato para la vida o la salud (Entorno IDHL – Immediately Dangerous to Life or Health)

Factores determinantes en la ventilación

La eficacia de los Equipos de Ventilación Localizada (EVL) para lograr el control de los humos que se producen en la soldadura hasta reducir la exposición de los mismos a condiciones aceptables, depende de varios factores (AEPSAL , 2015). Entre éstos:

- **Foco contaminante:** Determinado por las dimensiones de las piezas que se sueldan, la movilidad del punto de soldeo, el tipo de soldadura y la peligrosidad de los humos, la cantidad de humos producidos por unidad de tiempo, la dirección de emisión con relación a la posición que ocupa el soldador, etc.
- **El proceso:** Del tipo de proceso dependen las posibilidades de lograr confinamientos más o menos completos del foco contaminante, así como la posibilidad de adaptar los EVL a las instalaciones y máquinas empleadas.
- **Actitud del soldador:** Se precisa una utilización adecuada de los EVL para que las campanas de aspiración cumplan con la función para la que han sido diseñadas.

- **Características de las campanas:** Definidas por parámetros básicos como son el tipo, tamaño y diseño, así como el caudal de aire que moviliza.

Otros peligros a la salud

- **Calor**

El intenso calor de la soldadura y las chispas pueden causar quemaduras. Diversos daños en ojos se han derivado de escoria caliente, rebabas metálicas, chispas y electrodos metálicos. Adicionalmente, la exposición excesiva al calor puede provocar estrés calórico o choque de calor. Los soldadores deben estar al tanto de los síntomas, tales como fatiga, mareo, pérdida del apetito, náusea, dolor abdominal e irritabilidad. Una ventilación y resguardo adecuados, tiempos para descansos e hidratación frecuente protegerán al trabajador contra dichos riesgos.

- **Luz Visible / Radiación Infrarroja Ultravioleta**

La luz intensa asociada con un arco eléctrico puede causar daños en la retina, mientras que la radiación infrarroja puede dañar la córnea y resultar en la formación de cataratas.

La luz ultravioleta (UV) del arco, que es invisible, puede provocar “destellos de soldador” u “ojo de arco”, aun después de una breve exposición (menos de un minuto). Los síntomas del ojo de arco usualmente ocurren muchas horas después de la exposición a la luz ultravioleta, e incluyen una sensación de arena en los ojos, visión borrosa, dolor intenso, lagrimeo, sensación de quemadura y dolor de cabeza.

- **Daño Músculo-Esquelético**

Los soldadores cuentan con una alta prevalencia de quejas en cuanto al sistema músculo esquelético, incluyendo daños en la espalda, dolor de hombros, tendinitis, reducción de la fuerza muscular, síndrome del túnel del carpo y dolores en rodillas. Las posturas del cuerpo

(especialmente el soldar por arriba de la cabeza, vibración y levantamiento de objetos pesados) pueden contribuir a estos trastornos, que pueden ser prevenidos con:

- ✓ Técnicas adecuadas de levantamiento de objetos pesados.
- ✓ No trabajar en una sola posición por períodos prolongados.
- ✓ Mantener el trabajo en alturas confortables.
- ✓ Usar un medio para descansar los pies, como tapetes, para períodos largos de trabajo de pie.
- ✓ Colocar los materiales y herramientas en forma conveniente.

- **Ruido**

La exposición a ruidos molestos puede dañar permanentemente el oído, al igual que producir estrés e incrementar la presión sanguínea, contribuyendo a enfermedades del corazón.

Por las razones antes mencionadas, es indispensable que los trabajadores cuenten con el equipo adecuado y sean entrenados en su uso antes de realizar actividades de soldadura. (Safety Managers Club, 2019).

Elementos De Protección Personal Para La Manipulación De Soldadura Mig

- **Máscara o careta de soldar:** Es el elemento básico para aplicar una soldadura. Protege los ojos de radiaciones en el proceso de soldadura, protege también la cara y el cuello. Debe estar provista de filtros inactivos de acuerdo al proceso e intensidad de corriente empleada.
- **Gafas de seguridad:** Se utilizan al estar expuesto a proyección de partículas, normalmente se portan siempre bajo la careta de soldadura. Existen algunos modelos que

nos permiten colocar lentes formuladas para aquellas personas que requieren corrección visual en su vida cotidiana.

- **Careta de seguridad para esmerilar:** Se utilizan en trabajos que requieran la protección de la cara completa como al manipular la pulidora, el esmeril o la sierra circular.

- **Gorro o capucha:** Protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hacen soldaduras en posiciones.

- **Mascarillas respiratorias para humos metálicos o respiradores con filtro:** está mascarilla debe usarse siempre debajo de la máscara para soldar. La mascarilla o los filtros deben ser reemplazados al menos una vez a la semana.

- **Tapa oídos de inserción:** Disminuyen 27 dB aproximadamente. Permiten un ajuste seguro al canal auditivo.

- **Moldeados:** Disminuyen 33 dB aproximadamente. Son hechos sobre medida de acuerdo con la forma del oído.

- **Tipo Copa u Orejeras:** Atenúan el ruido 33 dB aproximadamente. Cubren la totalidad de la oreja.

- **Guantes de cuero:** tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas al manipular las piezas metálicas calientes.

- **Mangas o casaca de cuero:** se utilizan para aplicar soldaduras en posiciones verticales y sobre cabeza, para evitar las severas quemaduras que pueden ocasionar las salpicaduras del metal fundido.

- **Bota en cuero tipo soldador:** Con puntera de acero para proteger los pies de la posible caída de piezas o elementos pesados que puedan causar daño. Traen caña alta sin cordones para evitar el atrape de proyecciones de la soldadura
- **Delantal de cuero:** para proteger el cuerpo de salpicaduras y de la exposición a los rayos ultravioletas.
- **Overol:** se utilizan tejidos a base de algodón resistentes a las salpicaduras (jean o dril), nunca tejidos sintéticos. La pierna del pantalón debe cubrir las botas para evitar que penetren salpicaduras dentro de las mismas y las mangas de la camisa deben ser largas para proteger los brazos. La ropa del soldador siempre debe permanecer seca para evitar descargas eléctricas.

Imagen 5. EPP Para Soldadura.



Fuente: (S.A.A., 2015)

Peligros Presentes En La Empresa Metalsec S.A.S

De acuerdo con una inspección preliminar realizada por los investigadores, se pudo establecer que la empresa, en sus diferentes procesos, está expuesta a los siguientes peligros: físicos, mecánicos, locativos, biomecánicos, químicos y psicosociales.

Dada la actividad de la empresa de fabricación de productos metalmecánicos, se evidenció que uno de los peligros a los que se encuentran expuestos los trabajadores de METALSEC SAS son los inherentes al proceso de soldadura MIG, que por sus particularidades puede ser factor potencial de riesgos de enfermedad laboral y de accidentalidad severa, de no contarse con los adecuados elementos de protección personal.

Proceso de soldadura Mig

A lo largo de la historia se han llevado a cabo diversos estudios sobre la exposición ocupacional de los soldadores en sus lugares de trabajo, debido a que esta es una tarea con una amplia gama de peligros a las que se expone el trabajador. Por ejemplo, humos metálicos, radiación, espacios confinados, generación de chispa, fuentes de calor, nano partículas, piezas energizadas e intoxicaciones que pueden variar dependiendo de los tipos de soldadura, metales usados, ventilación y limpieza en el área de trabajo.

Los peligros y nivel del riesgo de la soldadura varían por diversos factores, como lo son el metal a trabajar, el lugar del procedimiento, los contaminantes de la superficie a soldar, el flujo, temperatura, el amperaje y el tipo de soldadura utilizado.

Existen diferentes tipos de soldadura:

- Soldadura de estaño.
- Soldadura por arco eléctrico (SMAW- Shielded Metal Arc Welding, PAC- Plasma Arc Cutting).

- Soldaduras de arco protegido (GMAW- MIG/MAG Metal Inert Gas /Metal Active Gas, TIG Tungsten Inert Gas).
- Soldadura oxiacetilénica o soldadura autógena.

Las operaciones de soldadura producen una gran cantidad de polvo que incluye metales, óxidos metálicos, sílice cristalina y amorfa, nano partículas (Blamey, Mosquera & Díaz, 2016, p.35).

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer- IARC, concluyó que existe evidencia suficiente para afirmar que se produce el melanoma ocular en los soldadores y que los rayos UV emitidos en la soldadura son cancerígenos para los humanos. Al igual que los humos metálicos generados por la vaporización del alambre, varilla o metal/ revestimientos de aleación; la descomposición y vaporización de los materiales de flujo; salpicaduras de la región del arco y pozo de soldadura y los humos de la misma; y la evaporación del metal de soldadura fundido. (IARC, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans- Chromium, Nickel and Welding, 1990) (IARC, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans- Solar and Ultraviolet Radiation, 1992) (IARC, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans- Radiation, 2012) (IARC, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume- Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide, 2018)

Complementario a esto, Rodríguez Heredia, Dunia. (2017) afirma que: La enfermedad llamada “fiebre de los humos metálicos”, se encuentra comúnmente en los trabajadores industriales expuestos al humo de Zn y se caracteriza por irritación pulmonar, fiebre, escalofríos y gastroenteritis. Los ataques comienzan 48 horas después de la exposición y la

recuperación en 24 a 48 horas. La patogénesis de la enfermedad es desconocida, pero se cree que es una respuesta inmune a la inhalación de óxido de Zn. (p.3378)

Un peligro adicional en estas operaciones es el manejo de gases comprimidos es un peligro cuando se usan en la misma área donde se generen chispa o donde la temperatura es alta ya que los gases se expanden y aumentan su presión en el cilindro.

La legislación colombiana, en el Decreto 2090 de 2003, artículo 2, detalla las tareas de alto riesgo donde se incluyen los trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas y la Resolución 0312 de 2019 exige que se encuentre documentada la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos, definición del cargo indicando las funciones, tareas, jornada de trabajo y lugar donde desempeña su labor; y además, identificar y relacionar los trabajadores que se dedican de manera permanente a dichas actividades. Haciendo necesario que se realice el análisis de riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG e impacto en la seguridad y salud de los trabajadores de la empresa Metalsec SAS en la ciudad de Bogotá.

MARCO LEGAL

Tabla 3. Marco legal.

| DISPOSICIÓN LEGAL | OBJETO | CORRELACIÓN CON LA INVESTIGACIÓN |
|-----------------------------|---|--|
| Resolución 2400 de 1979 | Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. | En los Títulos III, IV, V, VI, XI- capítulo III, capítulo V, título XIII, se establecen normas técnicas para prevenir daños a la salud de los trabajadores por actividades de alto riesgo. |
| Ley 100 de 1993 | Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones. | Artículos del 33 al 36. Señala los requisitos para el reconocimiento de la pensión de vejez en el régimen de prima media con prestación definida |
| Decreto Ley 1295 de 1994 | Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Laborales. | Establece la clasificación de actividades de alto riesgo de las empresas, entre las cuales se encuentra la actividad de la industria metalmecánica |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| <p>Ley 776 de 2002</p> | <p>Por la cual se dictan normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Laborales.</p> | <p>Determina la forma de liquidación de las prestaciones del sistema general de riesgos laborales, entre las que se encuentra la pensión de invalidez por enfermedad laboral</p> |
| <p>Decreto 2090 de 2003</p> | <p>Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifican y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades.</p> | <p>Define las actividades consideradas de alto riesgo para ser beneficiario de la pensión especial de vejez por dichas actividades, independientemente de la clasificación de actividades de alto riesgo establecidas en el Sistema General de Riesgos Laborales</p> |
| <p>Ley 1562 de 2012</p> | <p>Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.</p> | <p>Establece la obligatoriedad de los empleadores para la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y, obligaciones para los diferentes actores del sistema, tratándose de actividades de alto riesgo</p> |

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| <p>Decreto 1072 de 2015</p> | <p>Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo</p> | <p>En el Título 4 se reglamentan los aspectos que deben tener en cuenta los empleadores para la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo</p> |
| <p>Resolución 0114 de 2017</p> | <p>Por el cual se adopta el Formato de identificación de peligros establecido en el Artículo 2.2.4.2.5.2, numerales 6.1 y 6.2 del Decreto 1563 del 2016 y se dictan otras disposiciones.</p> | <p>Formato que deben acoger las empresas para identificar los peligros, dentro de los cuales se encuentran los provenientes de actividades de alto riesgo</p> |
| <p>Resolución 0312 de 2019</p> | <p>Por la cual se definen los Estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG- SST</p> | <p>Todas las empresas que desarrollan actividades consideradas como de alto riesgo deben cumplir con la totalidad de los estándares establecidos en la norma</p> |

Fuente: Autores, 2019

MARCO CONCEPTUAL

Actividad de alto riesgo: Aquella en la cual la labor desempeñada implique la disminución de la expectativa de vida saludable o la necesidad del retiro de las funciones laborales que ejecuta, con ocasión de su trabajo (Decreto 2090, 2003)

Actividad rutinaria: Actividad que forma parte de la operación normal de la organización, se ha planificado y es estandarizarle (Decreto 1072, 2015,art. 2.2.4.6.2, 2015).

Actividad no rutinaria: Actividad que no forma parte de la operación normal de la organización o actividad que la organización ha determinado como no rutinaria por su baja frecuencia de ejecución (Decreto 1072, 2015,art. 2.2.4.6.2, 2015).

Cancerígeno: Es aquella sustancia que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puede ocasionar cáncer o incrementar su frecuencia (Huertas Ríos, 2016).

Controles de Ingeniería: Medidas técnicas para el control del peligro/riesgo en su origen (fuente) o en el medio, tales como el confinamiento (encerramiento) de un peligro o un proceso de trabajo, aislamiento de un proceso peligroso o del trabajador y la ventilación (general y localizada), entre otros (Decreto 1072, 2015,art. 2.2.4.6.2, 2015).

Elementos de protección personal: Medidas basadas en el uso de dispositivos, accesorios y vestimentas por parte de los trabajadores, con el fin de protegerlos contra posibles daños a su salud o su integridad física derivados de la exposición a los peligros en el lugar de trabajo. El empleador deberá suministrar elementos y equipos de protección personal (EPP) que cumplan con las disposiciones legales vigentes. Los EPP deben usarse de manera complementaria a las anteriores medidas de control y nunca de manera aislada,

y de acuerdo con la identificación de peligros y evaluación y valoración de los riesgos (Decreto 1072, 2015, art. 2.2.4.6.2, 2015).

Enfermedad laboral: Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacional será reconocida como enfermedad laboral, conforme a lo establecido en las normas legales vigentes (Ley 1562, 2012).

Evaluación del riesgo: Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad de que dicho riesgo se concrete y al nivel de severidad de las consecuencias de esa concreción (Decreto 1072, 2015, art. 2.2.4.6.2, 2015).

Identificación del peligro: Proceso para establecer si existe un peligro y definir las características de este (Decreto 1072, 2015, art. 2.2.4.6.2, 2015).

Radiaciones Ultravioletas: Son aquellas radiaciones comprendidas entre el intervalo del espectro solar que se extiende desde la más larga longitud de onda de los rayos X, y la más corta longitud de onda del espectro visible, y cuya longitud de onda es menor de 3.800 Ao. (Ángstrom = 10⁻⁸ Cm) (Resolución 2400, 1979).

Radiaciones Infrarrojas: Las radiaciones infrarrojas son aquellas situadas al otro lado del rojo visible en el espectro solar y cuya longitud de onda es mayor de 7.800 Ao. (Ángstrom) (Resolución 2400, 1979).

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra una o más exposiciones o eventos peligrosos y la severidad del daño que puede ser causada por estos (Decreto 1072, 2015,art. 2.2.4.6.2, 2015).

Soldadura: Una soldadura se produce cuando las piezas separadas de material que se van a unir se combinan y forman una pieza al ser calentadas a una temperatura lo suficientemente alta para causar ablandamiento o fusión y fluyen juntas. (Jeffus, 2009)

Trabajo en caliente: Trabajo que implica pulido, soldadura o una operación similar que tiene la capacidad de iniciar incendios o explosiones (NFPA 51B, 2019).

Valoración del riesgo: Consiste en emitir un juicio sobre la tolerancia o no del riesgo estimado (Decreto 1072, 2015,art. 2.2.4.6.2, 2015).

Vigilancia de la salud en el trabajo o vigilancia epidemiológica de la salud en el trabajo: Comprende la recopilación, el análisis, la interpretación y la difusión continuada y sistemática de datos a efectos de la prevención. La vigilancia es indispensable para la planificación, ejecución y evaluación de los programas de seguridad y salud en el trabajo, el control de los trastornos y lesiones relacionadas con el trabajo y el ausentismo laboral por enfermedad, así como para la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Dicha vigilancia comprende tanto la vigilancia de la salud de los trabajadores como la del medio ambiente de trabajo (Decreto 1072, 2015,art. 2.2.4.6.2, 2015),

HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

Los diferentes tipos de soldadura han sido objeto de estudio desde hace muchos años no solo por los evidentes peligros relacionados con la seguridad en el trabajo, sino también, por las enfermedades laborales asociadas a este tipo de actividad. Los soldadores son trabajadores expuestos a diversidad de contaminantes asociados a enfermedades, en su mayoría respiratorias, como fibrosis, fiebre de los metales, neumonitis química, rinitis, cáncer de pulmón, de senos nasales y paranasales, entre otras, dependiendo de los contaminantes generados según el método utilizado y el material a soldar.

La Agencia internacional para la Investigación del Cáncer- IARC por medio de la monografía número 49, expone los estudios realizado en torno a los humos de soldadura, termino aplicado a las emisiones de partículas intrínsecas relacionadas a diversos procesos de soldadura, para distinguirlos de las emisiones gaseosas.

Igualmente, la IARC en su monografía 55, evalúa los riesgos cancerígenos asociados con la exposición humana a la radiación solar y a la radiación ultravioleta incluyendo fuentes industriales. La soldadura, es una fuente industrial de radiación UV, sin embargo, solo la soldadura de arco eléctrico produce niveles significativos de esta.

En Colombia, el Decreto 2090 de 2003, define las actividades consideradas de alto riesgo para ser beneficiario de la pensión especial de vejez por dichas actividades, independientemente de la clasificación de actividades de alto riesgo establecidas en el Sistema General de Riesgos Laborales; dentro del mismo, se considera actividad de alto riesgo los trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas como es el caso de los humos de soldadura y algunos de sus componentes.

La hipótesis de la investigación se puede definir como la predicción de los investigadores a la relación entre dos o más variables (MT. Icart Iserna, 1998). Por esta razón, la hipótesis para esta investigación será:

“Los trabajadores de la empresa Metalsec SAS se encuentran realizando sus actividades en un ambiente que supera los límites permisibles de los componentes cancerígenos que produce el proceso de soldadura MIG”

En contraste, las hipótesis nulas son opuestas a la hipótesis de investigación y sirven para refutarla o negarla (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014). Siendo la hipótesis nula para este trabajo:

“Los trabajadores de la empresa Metalsec SAS se encuentran realizando sus actividades en un ambiente que no supera los límites permisibles de los componentes cancerígenos que produce el proceso de soldadura MIG”

Por su parte, las hipótesis alternas ofrecen otras posibilidades a la hipótesis de investigación y a la hipótesis nula, constituyendo una descripción distinta a las anteriores (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014). Para este trabajo la hipótesis alterna será:

“Los trabajadores de la empresa Metalsec SAS se encuentran realizando sus actividades en un ambiente que supera los límites permisibles de los componentes cancerígenos que produce el proceso de soldadura MIG, pero no se encuentran expuestos a este riesgo gracias a los controles establecidos”

Variables

- Concentración de componentes cancerígenos en humos de soldadura generados por el proceso de soldadura MIG en la empresa Metalsec SAS.
- Controles presentes en el área de trabajo dispuesta para el proceso de soldadura MIG en la empresa Metalsec SAS.
- Controles presentes en los trabajadores que realizan el proceso de soldadura MIG en la empresa Metalsec SAS.

MARCO METODOLÓGICO

Tipo De Estudio

La presente investigación resulta en gran medida de la corriente del paradigma racionalista cuantitativo como lo menciona Ma Rajane Ferreira, teniendo en cuenta que este tipo de paradigma resulta estar enfocado en la búsqueda de hechos o causas con independencia del estado subjetivo del individuo; esta corriente positivista fue impulsada por Comte y Durkheim a finales del siglo XIX (Ferreira Da S, 2006).

Según el positivismo, aplicar este método de investigación ayuda a los investigadores a desprenderse de los prejuicios y las presuposiciones, separar los juicios de hechos de los juicios de valor, la ciencia de la ideología (Hurtado L & Toro, 2007).

Por otra parte, dada la necesidad de realizar un análisis fidedigno de las actividades desarrolladas por los trabajadores de la empresa METALSEC SAS, en cuanto a al ejercicio de la soldadura, por lo cual amerita un tipo de investigación descriptivo de la situación, realizando una comparación de los resultados con los ítems presentados en el decreto 2090 de 2003.

La investigación desarrollada es de tipo descriptivo, según lo planteado por Tevni Grajales en su investigación del año 2000:

Los estudios descriptivos buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características. Describir en este caso es sinónimo de medir. Miden variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes de comunidades, personas, grupos o fenómeno bajo análisis. El énfasis está en

el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren las mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o cómo se manifiesta el fenómeno (Grajales G, 2004).

Población Y Muestra

La población objeto de estudio serán los trabajadores de la empresa METALSEC SAS, enfocado principalmente en los operarios directos en el proceso de soldadura, dado que son afectados directos en desarrollo de la actividad comercial de la empresa.

Por lo anterior, se expondrá detalladamente las herramientas utilizadas en el levantamiento de la información para tener conocimiento sobre las conexiones que tienen la actividad con los requisitos para obtener la pensión en el decreto 2090 de 2003. Las técnicas de recolección de información a utilizar para la obtención de datos o información, que analizada permite llegar a conclusiones o suposiciones de la realidad. Fueron tales como:

- **Bases de datos:** Se tendrá en cuenta el listado de sustancias cancerígenas emitido por la IARC -International Agency for Research on Cancer- y los valores límite ocupacionales de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), versión 2019, los cuales son aceptados en nuestro país mediante la resolución 2400 de 1979 por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Como también los datos sobre el decreto 2090 de 2003 y la Resolución 0312 de 2019; para desarrollar las respectivas comparaciones.
- **Observación directa:** este tipo de técnica de recolección se realizará debido a que se considera importante observar de manera directa los acontecimientos que se dan en el medio donde se realizará la investigación. Por medio de esta técnica se generará

la identificación de peligros y valoración de riesgos para la actividad de soldadura MIG.

- **Mediciones ocupacionales de los humos metálicos:** Se obtendrá resultados certificados por empresas dedicadas al estudio de los niveles de exposición de humos metálicos emitidos en la actividad de soldadura MIG.

Etapas Del Proyecto

Procesamiento de la información.

Consiste en procesar los datos (dispersos, desordenados, individuales) obtenidos de la población objeto de estudio durante el trabajo de campo, y tiene como fin generar resultado (datos agrupados y ordenados), se debe identificar los temas a tratar relacionados con la investigación (Muñoz R, 2015). Se presentará tabla comparativa con los valores ocupacionales permisibles y los valores obtenidos en las mediciones ocupacionales.

Análisis de la información

La técnica de análisis de esta investigación se basa en la relación de los datos obtenidos y los valores permitidos según la ACGIH -American Conference of Governmental Industrial Hygienists- para conocer la exposición real de la población objeto de estudio, por lo que se considera que es de tipo descriptiva ya que posee las características propias de este tipo de análisis.

Alcance de la investigación

El desarrollo de la investigación se centrará en los trabajadores de la empresa METALSEC SAS debido a la propuesta inicial de los investigadores, sobre percibir los riesgos a los cuales esta asociados los operarios de la soldadura MIG, por tanto, no está

contemplado la posibilidad de realizar el análisis en las demás empresas del sector en la ciudad para determinar si existe un cumplimiento del decreto 2090 de 2003.

RESULTADOS

Tabla 4. Identificación De Peligros Y Evaluación Del Riesgo

| IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|---|-------------------------------|----|------------------------------|----|-----------------------------------|-----|---|---|---------------------------|---|---|--|---|--|------------------------------|--|----------------|--|-------------------|--|---|--|-------------|--|-------------|---|-----------------------------------|--|--|--|---|--|
| 1.1 PROCESO | | 1.2 ZONA O LUGAR | | 1.3 ACTIVIDADES | | 1.4 TAREAS | | 1.5 RUTINARIAS SI / NO | | PELIGROS | | CONTCLES EXISTENTES | | EVALUACION DEL RIESGO | | | | CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES | | MEDIDAS DE INTERVENCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 DESCRIPCION | | 2.2 CLASIFICACION | | 2.3 EFECTOS POSIBLES | | 3.1 FUENTE | | 3.2 MEDIO | | 3.3 INDIVIDUO | | 4.1 NIVEL DE DEFICIENCIA (ND) | | 4.2 NIVEL DE EXPOSICION (NE) | | 4.3 NIVEL DE PROBABILIDAD (ND*ND) | | 4.4 INTERPRETACION DEL NIVEL DE PROBABILIDAD | | 4.5 NIVEL DE CONSECUENCIA | | 4.6 NIVEL DE RIESGO E INTERVENCION (NR) | | 4.7 INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO | | 4.8 ACEPTABILIDAD DEL RIESGO | | N DE EXPUESTOS | | PEOR CONSECUENCIA | | EXISTE REQUISITO LEGAL ESPECIFICO (SI o NO) | | ELIMINACION | | SUSTITUCION | | CONTROLE DE INGENIERIA | | CONTROLES ADMINISTRATIVAS, SEÑALIZACION, ADVERTENCIA | | EQUIPOS/ ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL | |
| Tecnológico | Taller metalmecánico | Acondicionamiento de piezas | Soldadura MIG | SI | Exposición a ruidos molestos. | Físico: Ruido | Daño del oído. Aumento de presión. | Ninguno | Ninguno | Tapa oídos de inmersión | 0 | 4 | 4 | BAJO | 60 | 240 | II | NO ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO | 1 | Pérdida de la audición | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | | | | | | | | | | | | | | | Señalización del área. Cierre del área. | Protección auditiva de inserción. | | | | | |
| | | | | SI | Intenso calor y chispas. | Físico: Temperaturas extremas | Quemaduras. Choque térmico. | Ninguno | Extractores en el taller. | Overol en algodón. | 6 | 4 | 24 | MUY ALTO | 10 | 240 | III | ACCEPTABLE | 1 | Quemadura grado 1. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | sistemas de ventilación y extracción. | Capacitación en trabajos en caliente. Procedimiento de trabajo seguro. | Ropa resistente a altas temperaturas. Protección facial (careta). Guantes y peto resistentes. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Tecnológico | | Taller metalmeccánico | | Acondicionamiento de piezas | | Soldadura MIG | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|--|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|---|----|----------|----|------|-----|---|---|----------------------------|---|---|--|---|
| SI | Luz intensa. | Físico: Radiaciones no ionizantes (ultravioleta infrarroja) | Daños en la retina. Irritación de los ojos. Quemaduras. Ojos de arco. | Ninguno | Ninguno | Mascara o careta de soldar. | 6 | 4 | 24 | MUY ALTO | 60 | 1440 | I | NO ACEPTABLE | 1 | Pérdida de la visión. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | Señalización del área. Cierre del área. | Protección facial (careta) |
| SI | Exposición al ozono, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, productos de descomposición. | Químico: Gases y vapores | Irritación de vía aérea superior. Mareo, dolor de cabeza. Pérdida del conocimiento. | Campana de extracción localizada | | Respirador con filtros P100 | 2 | 4 | 8 | MEDIO | 10 | 80 | III | ACEPTABLE | 1 | Pérdida del conocimiento. | Resolución 2400 de 1979. Ley 55 de 1993. Resolución 0312 de 2019. | Campana de extracción localizada. Extracción y ventilación en el área. | Capacitación. Procedimientos de trabajo seguro. Señalización del área. Cierre del área. | Ropa resistente a altas temperaturas. Protección facial (careta). Guantes y peto resistentes. Protección respiratoria filtro P100. |
| SI | Inhalación de humos metálicos. | Químico: Humos metálicos | Neumoconiosis. Irritación de vía aérea superior. Irritación. Cáncer. Fiebre del soldador- de humos metálicos.. | Campana de extracción localizada | Extractores en el taller. | Respirador con filtros P100 | 2 | 4 | 8 | MEDIO | 60 | 480 | II | NO ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO | 1 | Enfermedad laboral: Cáncer | Resolución 2400 de 1979. Ley 55 de 1993. Resolución 0312 de 2019. | Campana de extracción localizada. Extracción y ventilación en el área. | Capacitación. Procedimientos de trabajo seguro. Señalización del área. Cierre del área. | Ropa resistente a altas temperaturas. Protección facial (careta). Guantes y peto resistentes. Protección respiratoria filtro P100. |
| SI | Desplazamientos constantes. Jornada laboral de 8 horas. | Psicosocial: Jornada de trabajo | Estrés laboral. Monotomía. | Ninguno | Ninguno | Pausas activas. | 6 | 3 | 18 | ALTO | 10 | 180 | III | ACEPTABLE | 1 | Enfermedad psiquiátrica. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | Pausas activas. Áreas de descanso. | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|--|--|--|--|-------------------------|-----------------------------|----|---|----|----------|----|------|-----|---|---|---|---|--|---|--|
| Tecnológico Taller metalmeccánico Acondicionamiento de piezas Soldadura MIG | SI | Posturas prolongadas durante el tiempo de corte. | Biomecánico: Postura mantenida | Daños en la espalda. Dolor de hombros. Tendinitis. Reducción de la fuerza muscular. Síndrome del túnel del carpo. Dolores en rodillas. | Ninguno | Ninguno | Pausas activas. | 2 | 4 | 8 | MEDIO | 25 | 200 | II | NO ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO | 1 | Daños permanentes en el sistema musculoesquelético. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | Mesa para soldar alta, amplia. | Capacitación. Pausas activas. |
| | SI | Movilización de equipo MIG | Biomecánico: Esfuerzo | Daños musculoesqueléticos | Ninguno | Ninguno | Pausas activas. | 2 | 2 | 4 | BAJO | 25 | 100 | III | ACEPTABLE | 1 | Daños permanentes en el sistema musculoesquelético. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | Equipo de carga para movilización de equipos. | Capacitación. Pausas activas. |
| | SI | Proyección de partículas. | Condiciones de seguridad: Mecánico-elementos de máquinas, piezas a trabajar. | Lesión de ojos y piel. | Ninguno | Ninguno | Mascara o careta de soldar. | 6 | 4 | 24 | MUY ALTO | 60 | 1440 | I | NO ACEPTABLE | 1 | Afectación de órganos externos. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | Protección de equipos. | Señalización del área. Cierre del área. Protección facial (careta) |
| | SI | Mesa de trabajo con diferentes productos pequeños. | Condiciones de seguridad: Locativo: Condiciones de orden y aseo. | Lesiones. Esfuerzos corporales. | Ninguno | Ninguno | Ninguno | 10 | 4 | 40 | MUY ALTO | 10 | 400 | II | NO ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO | 1 | Golpes. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | | Disposición de áreas independientes y muebles para organización. Capacitación y sensibilización. |
| | SI | El trabajador debe trasladarse a prestar servicios de diferentes tipos de soldadura. | Condiciones de seguridad: Públicos: Robos, atracos, desorden público. | Lesiones personales. | Ninguno | Ninguno | Capacitación. | 10 | 1 | 10 | ALTO | 10 | 100 | III | ACEPTABLE | 2 | Muerte. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | | Capacitación. Disposición de vehículos corporativos. |
| | SI | Zona de sismos poco probables. Precipitaciones comunes. | Fenómenos naturales: sismos, Precipitaciones. | Atrapamientos. | Rutas de evacuación. Estructura antisísmica. | Brigadas de emergencia. | Capacitación. | 2 | 1 | 2 | BAJO | 10 | 20 | IV | ACEPTABLE | 2 | Muerte. | Resolución 2400 de 1979. Resolución 0312 de 2019. | | | Capacitación y formación. |

Fuente: Autores, 2019

Exposición laboral a humos de soldadura

Teniendo en cuenta que los Humos de soldadura (welding fumes) son catalogados por la IARC (International Agency for Research on Cancer)- Grupo I: "carcinógeno para el ser humano" Hay pruebas suficientes que confirman que puede causar cáncer a los humanos, se determinará la exposición del cargo de “Soldador” con el fin de recomendar su inclusión o no inclusión en la pensión especial de vejez según Decreto 2090 de 2003.

Para determinar si la exposición para el oficio de soldadura MIG supera los límites permisibles, se realiza la evaluación ocupacional de humos metálicos de soldadura (perfil metálico) en el área seleccionada por la empresa. Se utilizó la siguiente técnica de medición.

Tabla 5. Metodología de muestreo

| MÉTODO | ANÁLISIS | MEDIO DE RETENCIÓN | TÉCNICA DE ANÁLISIS | CAUDAL DE MUESTREO |
|------------|---------------------------------------|---|--|--------------------|
| NIOSH 7303 | Perfil metálico de humos de soldadura | FILTER (0.8- :m, cellulose ester membrane) | Inductively coupled argon plasma, atomic emission spectroscopy | 2.00 L/min |

Fuente: Autores, 2019

Para la selección del laboratorio que realiza las mediciones se requirió certificado de calidad NTC-ISO 9001:2008 donde se especifica la prestación de servicios de medición de higiene ocupacional junto con el certificado de calibración de los equipos a utilizar (**Anexo**), los cuales se relacionan a continuación.

Tabla 6. Relación De Equipos Y Accesorios Empleados En El Muestreo.

| EQUIPO | MARCA | MODELO |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Bomba de flujo constante | GILIAN | GilAir3 |
| Flujo metro (calibrador) | TSI | Flujo metro (calibrador) |
| Accesorios | Mangueras, accesorios | |

Fuente: Autores, 2019

Las normas que se tuvieron en cuenta para la realización de las evaluaciones fueron los TLV's de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), versión 2019, los cuales son aceptados en nuestro país mediante la resolución 2400 de 1979 por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

TLV-TWA (Valor límite umbral – Media ponderada en el tiempo) es la concentración media ponderada permitida para 40 horas de exposición a la semana. Ya que la jornada laboral en nuestro país es de 48 horas semana, se recomienda realizar una corrección para ponderar la concentración límite permisible. El método recomendado por los TLV's es el de BRIEFF Y SCALA, en el que se obtiene un factor de corrección para una exposición de 0.7812, el cual resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$F. C. : \left(\frac{40}{HS} \right) * \frac{168 - HS}{128}$$

En donde HS son horas/semana, de la jornada laboral (48) y 128 son las horas de descanso de la jornada norteamericana.

A continuación, se muestran los valores TLV (mg/m³) para las sustancias de interés: Para facilidad en la interpretación de los resultados, se define el Índice de Riesgo (IR) como la

relación entre la concentración encontrada de la sustancia de interés y su valor límite permisible (TLV-TWA) corregido para 48 horas de exposición semanal:

$$IR: \frac{\text{Concentración hallada}}{TLV - TLWA \text{ Corregido}}$$

NIOSH establece como nivel de acción IR= 0.5 (50% del TLV-TWA), tomando este parámetro como punto de partida sobre el cual se deben implementar medidas de control a nivel de fuente, medio y trabajador.

Tabla 7. Calificación Índice De Riesgo.

| ÍNDICE DE RIESGO | DESCRIPCIÓN | COLOR ASIGNADO |
|-------------------------|---|-----------------------|
| Muy alto | Si el riesgo relativo (RR) es mayor a 1 (superior al 100% del TLV). | |
| Alto | Si el riesgo relativo (RR) es menor de 0.5 y 0.99 (entre el 50% y el 99% del TLV). | |
| Medio | Si el riesgo relativo (RR) es menor de 0.5 (menor al 50% y mayor al 10% del TLV). | |
| Bajo | Si el riesgo relativo (RR) es menor de 0.1 (menor al 10% del TLV). | |
| Muy bajo o indetectable | La presencia de las sustancia no es detectable por la técnica analítica o no existe exposición. | |

Fuente: Autores, 2019

Tabla 8. Resultados De Evaluación De Exposición A Humos Metálicos.

| Analito | TLV- TWA Corregido para 48 hr/semana | Concentración hallada (mg/m³) | I.R. | Observaciones | Tipo de exposición |
|-----------------|---|---|-------------|--|-------------------------------|
| Aluminio | 0.781 | 0.0168 | 0.021 | Neumoconiosis, neurotóxico, irritante tracto superior respiratorio. | Baja |
| Antimonio | 0.391 | 0.0045 | 0.012 | Irritante tracto respiratorio superior y de piel. | Baja |
| Arsénico | 0.0078 | <0.0017 | <0.215 | BEI, Cáncer de pulmón. Grupo I de IARC | Muy baja |
| Bario | 0.391 | 0.0106 | 0.027 | Irritante de piel, ojos y sistema gastro intestinal, debilidad muscular | Baja |
| Cadmio | 0.0078 | <0.0008 | <0.107 | BEI, daño hepático. Grupo I de IARC | Muy baja |
| Calcio óxido | 1.562 | 0.2183 | 0.140 | Irritante tracto respiratorio superior. | Media |
| Cromo | 0.391 | 0.0153 | 0.039 | Cromo metálico. (Grupo 3, IARC). Irritante tracto superior respiratorio. | Baja |

Riesgos Soldadura MIG 52

| Analito | TLV- TWA Corregido para 48 hr/semana | Concentración hallada (mg/m³) | I.R. | Observaciones | Tipo de exposición |
|-------------------|---|---|-------------|---|-------------------------------|
| Cobre | 0.156 | 0.0111 | 0.071 | Irritante gastrointestinal, fiebre de humos metálicos | Baja |
| Hierro óxido | 3.906 | 1.5108 | 0.387 | Neumoconiosis. (Grupo 3, IARC). | Media |
| Plomo | 0.039 | <0.0017 | <0.043 | A3, daño sistema nervioso central y periférico, efecto hematológico. (Grupo 2B, IARC). | Muy baja |
| Magnesio óxido | 7.812 | <0.0028 | <0.0004 | Fiebre humos metálicos | Muy baja |
| Manganeso | 0.078 | 0.0302 | 0.386 | Daño sistema nerviosos central. | Media |
| Níquel | 1.172 | 0.0117 | 0.010 | A5, Dermatitis, Neumoconiosis. (Grupo 3, IARC). | Baja |

Fuente: Autores, 2019

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por las mediciones higiénicas de humos metálicos, se observa que ninguno de los componentes evaluados supera los valores límites recomendados, comprobando la hipótesis nula de la presente investigación: “Los trabajadores de la empresa Metalsec SAS se encuentran realizando sus actividades en un ambiente que no supera los límites permisibles de los componentes cancerígenos que produce el proceso de soldadura MIG”.

Adicionalmente se observa que el Índice de Riesgo no es mayor a 0.5 en ninguno de los componentes químicos analizados, siendo este una evidencia de que los controles de ingeniería aplicados a la actividad de soldadura MIG son eficientes y efectivos en la protección del trabajador. Sin embargo, hay sustancias químicas en el ambiente con un índice de riesgo medio y se recomienda el uso de mascarillas desechables o máscara de media cara con filtro para humos metálicos.

Se identifica que las mediciones ocupacionales se realizaron en un lugar dotado de extracción localizada, el cual no tiene en cuenta los trabajos de soldadura por fuera de las instalaciones de METALSEC SAS y la probabilidad de aumento de la exposición por cambio de condiciones en las tareas de soldadura, por ejemplo, áreas sin extracción localizada y/o áreas confinadas ya que son espacios pequeños o con acceso restringido el cual implica ventilación deficiente que además tienen otros riesgos inherentes como la ausencia de oxígeno o la acumulación de vapores o gases inflamables. Para estos casos se recomienda el uso de respirador purificador de aire forzado PAPR o respirador con suministro o línea de aire.

Se puede observar que las sustancias carcinogénicas de categoría 1 según la IARC por el cual son las sustancias objetivo, tienen un índice de riesgo muy bajo que son el Arsénico y el Cadmio, por lo tanto, los equipos suministrados para la extracción localizada mitigan el riesgo además de ser un control de ingeniería que está por encima de los Elementos de Protección Personal en la Jerarquía de Controles, sin embargo existen otros riesgos inherentes a las tareas de soldadura aparte de las sustancias químicas que pueden producir cáncer, por ejemplo sustancias con efectos irritantes, neurotóxicos o de dermatitis, por tal motivo se recomienda la mitigación del riesgo con controles administrativos, por ejemplo, tener tiempos de descanso en las tareas de soldadura en la jornada laboral realizando rotaciones continuas, implementando un programa de vigilancia epidemiológica que garantice el bienestar del trabajador en conjunto con el médico, capacitando y entrenando al personal en la tarea crítica de soldadura socializando y sensibilizando los riesgos a los que están expuestos e incentivando el buen uso de los Elementos de Protección Personal teniendo en cuenta el tiempo de vida útil sea de la mascarilla o del filtro el cual se identifica su saturación cuando la respiración se dificulta además de los cuidados que se deben tener a dichos elementos protección personal para mejorar y garantizar su protección al trabajador.

Se recomienda que en la implementación de un programa de vigilancia epidemiológica se tenga en cuenta riesgos inherentes a la tarea de soldadura por exposición a nano-partículas ya que su medición es limitada a la tecnología disponible, sin embargo el tamaño de partícula menor a 100nm, aumenta la toxicidad con la disminución de tamaño por aumento del área superficial, siendo así que las sustancias adquieran nuevas propiedades biológicas, translocación hacia órganos secundarios, inadecuación por parte de los macrófagos, capacidad de ser transportados por los axones de las neuronas y por acceso a estructuras intracelulares (Mitocondrias y núcleos) (Blamey X, 2016).

Una eliminación o sustitución de los humos metálicos se puede estudiar con cambios en las variables como el metal a soldar, el electrodo usado, la potencia eléctrica suministrada, el gas protector, la velocidad del soldado del cordón, la limpieza de la superficie, etc., ya que se producen a partir de la tarea de soldadura y el estudio de dichos controles serian limitados por la cantidad de mediciones ocupacionales realizadas por cada una de dichas variables.

Se observa que los trabajadores de METALSEC SAS están expuestos adicionalmente a tareas de soldadura por arco eléctrico y por tareas de oxicorte, por lo tanto, se recomienda una implementación de un programa de protección respiratoria que estandarice y describa los criterios para seleccionar el Elemento de Protección Respiratoria según las siguientes variables:

- TLV-TWA
- Índice de Riesgo
- Mediciones Ocupacionales realizadas
- Sustancias químicas presentes en el lugar de trabajo
- Frecuencia de exposición

Se recomienda realizar mediciones ocupacionales periódicas en áreas no convencionales ya que los trabajadores de METALSEC SAS tienen actividades de soldadura por fuera de las instalaciones cambiando así condiciones de trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos realizada al proceso de soldadura MIG en la empresa METALSEC SAS, se puede determinar que el riesgo físico por radiaciones no ionizantes (ultravioleta infrarroja) y el riesgo mecánico por proyección de partículas, tienen un nivel de riesgo no aceptable, esto se debe a que las consecuencias de estos pueden ser graves e irremediables. Sin embargo, se evidencia el uso de controles como lo es la careta de soldador. Se recomienda tener en cuenta el análisis de pertinencia según el Decreto 1072 de 2015 para la implementación de nuevos controles.

Según el Decreto 2090 de 2003 “Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifican y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades”, el punto 4 del Artículo 2 “Trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas” se consideran actividades de alto riesgo donde en METALSEC SAS se evidencia que si existen sustancias comprobadamente cancerígenas producidas en las tareas de soldadura sin embargo las mediciones ocupacionales demuestran que no están expuestos a concentraciones que superen los límites permisibles, por tal razón se concluye que METALSEC SAS no deben pagar la pensión anticipada de vejez descrita en el Decreto 2090 de 2003.

Se recomienda realizar inspección implementando una lista de chequeo y teniendo registro de los mantenimientos periódicos realizados a la campana de extracción localizada dispuesta para el proceso de soldadura MIG y garantizar que la descarga del aire extraído sea filtrada sin volver a recircular al área de trabajo, adicionalmente se recomienda ubicar en lo posible el área de soldadura retirado de puertas, ventanas y pasillos.

Riesgos Soldadura MIG 57

Adicionalmente se recomienda el diseño de una matriz de EPP y de un paso a paso de la tarea crítica de soldadura estandarizando las condiciones para identificar fácilmente inconsistencias o fallas, por ejemplo, una falla en el equipo de extracción localizada o un filtro erróneo para la protección de humos metálicos.

REFERENCIAS

- 3M. (s.f.). Safety tips. Obtenido de <http://clubseguridad.3m.com.mx/safetytip/la-soldadura-y-sus-riesgos-para-la-salud/>
- ACGIH. (2016). Documentation of the Biological Exposure Indices, 7th Ed. Biological Exposure Indices.
- AEPSAL . (23 de junio de 2015). Obtenido de Asociación De Especialistas En La Prevención Y Salud Laboral: <https://www.aepsal.com/soldadura-y-humos-metalicos/>
- Alonso, M. B. (2012). Los riesgos de la soldadura y su prevención. España: Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.
- AMBIENTUM. (2015). AMBIENTUM. Obtenido de Contaminación por radiaciones: https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/atmosfera/contaminacion-por-radiaciones.asp
- Blamey, X., Mosquera, E., & Díaz, F. (2016). Estudio exploratorio II: Identificación de nanopartículas en procesos industriales de soldadura y de minería. Ciencia & Trabajo, 18(55), 28–36.
- Blunt, J., & Balchin, N. (2011). Health and safety in welding and allied processes. Health and safety in welding and allied processes. Woodhead Publishing.
- BRAVO, C. F. (2015). INSPECCION DE SOLDADURA MIG/MAG DE PIEZAS METALICAS UTILIZADANDO TECNICAS DE VISION ARTIFICIAL Y PROCESAMIENTO DE IMAGENES. ECUADOR.

CASTRO, H. L. (BOGOTA). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2002.

Chiavenato, C. (2007). Administración de recursos humanos. Ciudad de México, México:
McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. .

CLUB, S. M. (2011). LA SOLDADURA Y SUS RIESGOS PARA LA SALUD. Obtenido de
<http://clubseguridad.3m.com.mx/safetytip/la-soldadura-y-sus-riesgos-para-la-salud/>

Cobeñas, F. S. (2018). Diseño de un Planeamiento Estratégico para una empresa del sector
metalmecánico peruano: el caso Steelwork Ingenieros S.A.C. Obtenido de
http://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/ESAN/1454/2018_MATP-TRU_14-1_04_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Congreso de la República de Colombia. (1915). Ley 56 de 15 de noviembre de 1915, Diario
Oficial No.15645. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (1979). Ley 9 de 16 de julio de 1979. Diario Oficial
No. 35308. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 100 de 23 de diciembre de 1993. Diario
Oficial No. 41.148. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2002). Ley 776 de 17 de diciembre de 2002. Diario
Oficial No. 45.037. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2003). Ley 797 de 29 de eneor de 2003. Diario Oficial
No. 45.079. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1562 de 11 de julio de 2012. Diario
Oficial No. 48.488. Bogotá, Colombia.

CSN - CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR. (2013). CSN - CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR. Obtenido de RADIACIONES IONIZANTES: <https://www.csn.es/radiaciones-ionizantes>

Decreto 1072, 2015, art. 2.2.4.6.2 (26 de Mayo de 2015).

Decreto 2090 (28 de Julio de 2003).

European Agency for Safety and Health at Work. (2009). Expert Forecasts on Emerging Chemical Risks Related to Occupational Safety and Health. . Printed in Belgium.

Ferreira Da S, M. (2006). Introducción a las técnicas cualitativas de investigación aplicadas a la salud. Colombia: Universidad del Valle.

GARCÍA, C. P. (2013). PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA EMPRESA “BTP MEDIDORES Y ACCESORIOS”. Obtenido de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/5084/PrietoCarolina2013.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

GEOSUB. (2006). EVALUACIÓN HIDROGEOLOGICA ESTACIÓN DE SERVICIO MOBIL COUNTRY. BOGOTA.

Grajales G, T. (2004). Cómo elaborar una propuesta de investigación. New York: Montemorelos.

Hartmann, L., Bauer, M. B., Gube, M., Lenz, K., Reisgen, U., Schettgen, T., . . . Brand, P. (2014). Assessment of the biological effects of welding fumes emitted from metal inert gas welding processes of aluminium and zinc-plated materials in humans. *Int J Hyg Environ Health*, 217(2-3), 160-168.

Healthand Safety Executive. (2012). Safety in gas welding, cutting and similar processes.

Londres: s/e.

Hermenegildo Rodriguez Galbarro. (10 de 07 de 2019). Ingemecánica. Obtenido de

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn53.html>

Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de

la investigación. Mexico D.F.: McGraw Hill.

HERRAMIENTAS, D. M. (2014). DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. Obtenido de

DEMAQUINAS Y HERRAMIENTAS:

<https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-mig>

HIDROAMLTD, L. A. (2006). CONSTRUCCIÓN POZO DE MONITOREO N° 4 EDS

ESSO DELICIAS. BOGOTA.

Huertas Ríos, S. (2016). Prevención de riesgos laborales: Riesgo de exposición a agentes

cancerígenos. España.

Hughes, S. (2010). Welding Processes. In A Quick Guide to Welding and Weld Inspection.

Estados Unidos: Elseiver.

Hurtado L, I., & Toro, J. (2007). Paradigmas Y Metodos de Investigacion en Tiempos de

Cambios. Mexico: Libros de EL NACIONAL.

IARC, I. A. (1990). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans-

Chromium, Nickel and Welding (Vol. 49). Lyon, France.

IARC, I. A. (1992). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans- Solar

and Ultraviolet Radiation (Vol. 55). Lyon, France.

IARC, I. A. (2012). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans- Radiation (Vol. 100D). Lyon, France.

IARC, I. A. (2012). MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS- Radiation (Vol. 100D). Lyon, France.

IARC, I. A. (2018). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume- Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide (Vol. 118). Lyon, France.

IARC, I. A. (2018). MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS- Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide (Vol. 118). Lyon, France.

ICONTEC. (1996). Norma Técnica Colombiana NTC 4066. Seguridad en la soldadura y corte. Bogotá, Colombia.

International Agency For Research On Cancer. (1978). IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. V. Francia: ONU.

Jarvis, B., & Tanaka, M. (2005). Gas tungsten arc welding. In New Developments in Advanced Welding. s/e.

Javier, L. S. (2017). Soldadura MIG, TIG en la construcción de estructuras metálicas industriales en el valle de chillos. Quito.

Jeffus, L. (2009). Soldadura: principios y aplicaciones. Madrid.

Jorge Puello Silva, G. L. (2018). Determinación de metales pesados en humos metálicos presentes en ambientes informales de trabajo dedicados a la soldadura. Cartagena: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

León, N. D. (10 de 07 de 2019). Scribd. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/74954783/Marco-Teorico-Soldadura-Mig>

Ley 1562 (11 de Julio de 2012).

Ministerio De Trabajo y Seguridad Social . (1979). Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1994). Decreto 1295 de 24 de junio de 1994. Diario Oficial No. 41.405,. Bogotá, Colombia.

Ministerio del Salud y Protección Social. (2018). Resolución 482. Por el cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad, la prestación de servicios de prestación radiológica y se dictan otras disposiciones. Colombia.

MORATÓ, N. G. (10 de NOVIEMBRE de 2008). EROSKI CONSUMER. Obtenido de Radiaciones ionizantes en alimentos: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/10/181279.php>

Morelos Gómez, J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2013). CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO LABORAL EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA. Medellín: Revista Soluciones de Postgrado EIA.

MT. Icart Iserna, J. C. (1998). The use of hypothesis in scientific research. Elsevier, 172-178.

Muñoz R, C. (2015). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. México : OXFORD.

NFPA 51B (2019).

Núñez González, J. A. (2012). Guía de información para el control de la contaminación de gases y humos del proceso de soldadura. Bogotá D.C.: Universidad Libre de Colombia.

ORTIZ, Y. E. (2018). FORMULACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA LA EMPRESA TECMOSE S.A.S. Obtenido de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/7179/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20TERMINADO%20PLAN%20ESTRAT%20GICO%20YESID%20ESCOBAR.pdf>

Osalan. (2009). El soldador y los humos de soldadura. Obtenido de http://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene_200920/es_200920/adjuntos/El%20Soldador.pdf

PEÑA, C. R. (2011). UNIVERSITAT INTERNACIONAL DE CATALUNYA. Obtenido de LA MISIÓN DE UNA EMPRESA: https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/386317/Tesi_Carlos_Rey_Pe%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Presidencia de la Republica de Colombia. (2003). Decreto 2090 de 26 de julio de 2003. Diario oficial.

Presidencia de la República de Colombia. (2003). Decreto 2090 de 26 de julio de 2003. Diario Oficial No. 45.262. Bogotá, Colombia.

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1072 de 26 de mayo de 2015. Bogotá, Colombia.

Resolución 2400 (22 de Mayo de 1979).

Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. MEDISAN, 21(12), 3372–3385.

Rowe, R., & Jeffus, L. (2008). Manual de soldadura GMAW (MIG-MAG). Madrid: Paraninfo.

S.A.A., E. (2015). Trabajos de Corte y Soldadura.

Safety Managers Club. (10 de 07 de 2019). Personal Safety Division . Obtenido de <http://clubseguridad.3m.com.mx/safetytip/la-soldadura-y-sus-riesgos-para-la-salud/>

Sánchez, C. (2012). Estudio para la Evaluación de Riesgos en Trabajos de Soldadura: MIG, MAG, TIG, Soldadura por Electrodo y Trabajos en Espacios Confinados. Obtenido de <https://higieneysseguridadlaboralcvs.wordpress.com/2012/09/17/estudio-para-la-evaluacion-de-riesgos-en-trabajos-de-soldadura-mig-mag-tig-soldadura-por-electrodo-y-trabajos-en-espacios-confinados/>

SÁNCHEZ, M. G. (2003). Pletismografía en soldadores de acero, soldadura al arco con gas inerte. REVISTA INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, 15.

SenthilKumar, G., Natarajan, U., & Ananthan, S. (2012). Vision inspection system for the identification and classification of defects in MIG welding joints. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 0.

Shum, Y. M. (18 de Junio de 2018). Yi Min Shum Xie. Obtenido de <https://yiminshum.com/matriz-evaluacion-factores-externos-matriz-efe-mefe/>

Soldadura. (22 de marzo de 2013). Obtenido de https://soldadors.blogspot.com/2013/03/gases-mas-utilizados-en-la-soldadura_22.html

Suban, M., & Tušek, J. (2001). Dependence of melting rate in MIG/MAG welding on the type of shielding gas used. *Journal of Materials Processing Technology*, 119 (1), 185-192.

The Department of Labour. (2006). *Health and Safety in Welding*. Wellington : s/e.

Tusek, J., & Suban, M. (2000). Experimental research of the effect of hydrogen in argon as a shielding gas in arc welding of high-alloy stainless steel. *International Journal of Hydrogen Energy*, 25 (4), 369-376.

UNITEC, C. U. (s.f.). UNIDAD 4: RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES.

VALLEJO, N. C. (2010). DISEÑO DE UN PROGRAMA DE DESARROLLO DE HABILIDADES INFORMACIONALES APLICADAS A LA INFORMACIÓN PÚBLICA PARA FOMENTAR LA CIUDADANÍA DIGITAL EN ADOLESCENTES.

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.

Weman, K. (2011a). MIG/MAG welding. *Welding Processes Handbook*.

Weman, K. (2011b). Pressure welding methods. *Welding Processes Handbook*.

Weman, K. (2011c). *Welding processes handbook*. *Welding processes handbook*.

Weman, K., & Lindén, G. (2011). *MIG welding guide*. *MIG welding guide*.

Werther, W., David, K., & Guzmán, M. (2008). *Administración de recursos humanos, El capital humano de las Empresas*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A.

Wilson, J., Stenzel, M., Lombardozzi, K., & Nichols, C. (1981). Monitoring personnel exposure to stainless steel welding fumes in confined spaces at a petrochemical plant. *Soy Ind Hyg Assoc J*, 42 (6), 431-436.

ANEXOS

Certificados De Calibración De Equipos De Muestreo.

No. De certificado 1806

CERTIFICADO DE VERIFICACION

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Equipo: Bomba de flujo constante | Modelo: GilAir 3 |
| Marca: Gilian | Serie: 20070202019 |
| Numero SAP: 15310 | Fecha de verificación: 13/07/2018 |

DATOS DEL PATRÓN UTILIZADO:

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Marca: TSI | Modelo: 4146D |
| Certificado de Calibración: NR | Fecha de Calibración: JUNIO DE 2018 |

PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA LA VERIFICACION: Método de Comparación.
 "La calibración del equipo se realizó siguiendo el procedimiento interno de ARL SURA para la Calibración y Verificación de equipos y específicamente su instructivo, el cual se encuentra certificado por el ICONTEC en la norma ISO 9001."

CONDICIONES AMBIENTALES:

| | | |
|-------------|-----------------------|--------------|
| Temp: 20 °C | Humedad Relativa: 60% | Presión: 8Mb |
|-------------|-----------------------|--------------|

RESULTADOS OBTENIDOS: Los resultados obtenidos en la verificación fueron:

| | Patrón SKC | | | Patrón SKC | | | Patrón SKC | | |
|---------------------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|--|
| Caudal del Equipo (l/min) | Caudal (l/min) | Diferencia (%) | Caudal del Equipo (l/min) | Caudal (l/min) | Diferencia (%) | Caudal del Equipo (l/min) | Caudal (l/min) | Diferencia (%) | |
| 1 | 1,007 | -0,695 | 1,5 | 1,512 | -0,794 | 2 | 2,002 | -0,100 | |
| 1 | 1,009 | -0,892 | 1,5 | 1,51 | -0,662 | 2 | 2,003 | -0,150 | |
| 1 | 1,01 | -0,990 | 1,5 | 1,513 | -0,859 | 2 | 2 | 0,000 | |
| PROMEDIO | | -0,859 | PROMEDIO | | -0,772 | PROMEDIO | | -0,083 | |

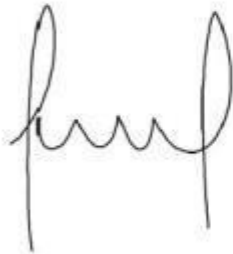


Teléfono (571) 6 05 19 13 Celular (57) 319 240 15 16
 Carrera 16 No 58-29 Bogotá D.C. - Colombia
 www.btmsas.com

NOTA 1: Este equipo cumple (SI_X) (NO_) con los estándares definidos en su instructivo de verificación documentado en isolucion y suministrado por ARL SURA. (máximo 10% de diferencia) y por lo tanto está apto para evaluar.

NOTA 2: Se revisa estructura física del equipo, revisión de cargador, batería, filtro de partículas, rotámetro, se realiza limpieza de tarjeta electrónica, tapa superior de vacío, diafragmas. Limpieza general y puesta en funcionamiento

NOTA 3: Se anexa orden de servicio de mantenimiento del equipo.



Nilxon Esteban Bedoya Echeverri
Ingeniero en Instrumentación y Control
Matricula Profesional No. 05277238439 ANT
Registro Invima No. RH-201409-455



Teléfono (571) 6 05 19 13 Celular (57) 319 240 15 16
Carrera 16 No 58-29 Bogotá D.C. - Colombia
www.btmsas.com



ISO/IEC 17025:2005
16-LAC-045

INTECCON COLOMBIA S.A.S
Laboratorio de Calibraciones



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Calibradores de flujo

Página 1 de 3

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Certificado N° | 11273 |
| Fecha de recepción para calibración: | 2018-07-04 |
| Fecha de calibración: | 2018-07-09 |

Información General del Cliente

| | |
|-----------|----------------------|
| Societate | Sura SRL |
| Dirección | Calle 49a # 62-56 P7 |
| Ciudad | Medellin |
| Región | Antioquia |
| País | Colombia |

Información del Instrumento

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Número de serie | 4140120002 |
| Tipo de Instrumento | Caudalímetro de gases |
| Fabricante | YGI |
| Modelo | 4148 |

Condiciones ambientales de calibración

| | | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------|---------------------|--------------------|-------|
| CONDICIONES INICIALES | TEMPERATURA °C | 21.8 | CONDICIONES FINALES | TEMPERATURA °C | 22.2 |
| | HUMEDAD RELATIVA % | 35.8 | | HUMEDAD RELATIVA % | 37.8 |
| | PRESIÓN hPa | 850.6 | | PRESIÓN hPa | 856.6 |

Incertidumbres de la medición

De acuerdo a lo expresado en el "Procedimiento MC-009 para la calibración de caudalímetros de gases" y procedimiento interno PPL-009 en concordancia con lo expresado en la EA-4-02, JCGM 100:2009 GUM, JCGM 102:2011 suplemento GUM, para la estimación de la incertidumbre de la medición descritos en las páginas 1/9, 2/9 y 3/9.

| Rango L/min | Medición del punto de calibración L/min | Desviación L/min | Error L/min | Incertidumbre L/min | Factor de cobertura k | Nivel de confianza p (%) |
|-------------|---|------------------|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| 0 - 0.5 | 0.250 | ± 0.005 | ± 0.002 | 0.005 | 2.00 | 95.45 |
| 0.5 - 0.5 | 0.500 | ± 0.005 | ± 0.002 | 0.005 | 2.01 | 95.45 |
| 0.5 - 1 | 1.000 | ± 0.005 | ± 0.002 | 0.005 | 2.01 | 95.45 |
| 1 - 2 | 2.000 | ± 0.005 | ± 0.002 | 0.005 | 2.01 | 95.45 |
| 2 - 8 | 5.000 | ± 0.005 | ± 0.002 | 0.005 | 2.01 | 95.45 |

Correlación en el Rango (L/min): 0 - 0.2 para la medición en el punto (L/min): 0.200



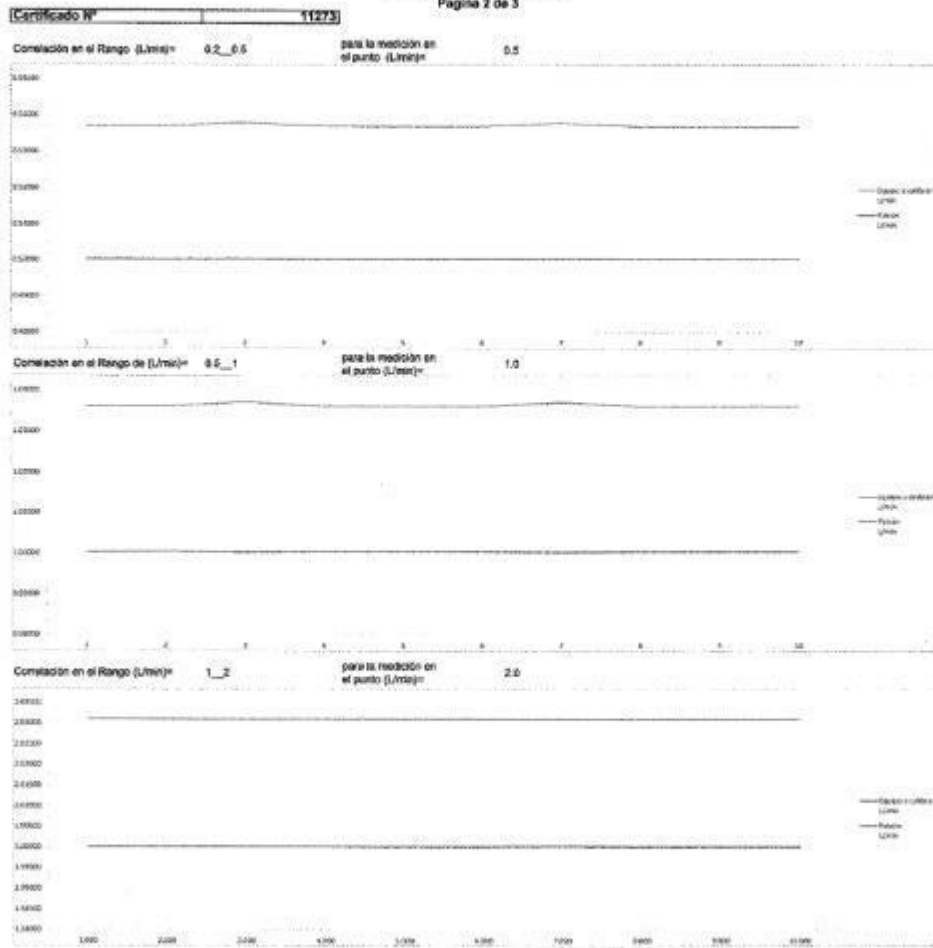
EDIFICIO BLOCK CENTRO EMPRESARIAL • CARRERA 43 A #19-17 LOCAL 9513
TEL: (57-4) 386 5384 • MEDELLIN - COLOMBIA
Web: www.intecconcolombia.com • www.intecconinc.com



INTECCON COLOMBIA S.A.S
Laboratorio de Calibraciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Calibradores de flujo

Página 2 de 3



EDIFICIO BLOCK CENTRO EMPRESARIAL • CARRERA 43 A #19-17 LOCAL 9513
TEL: (57-4) 366 5384 • MEDELLIN - COLOMBIA
Web: www.inteconcolombia.com • www.inteconinc.com

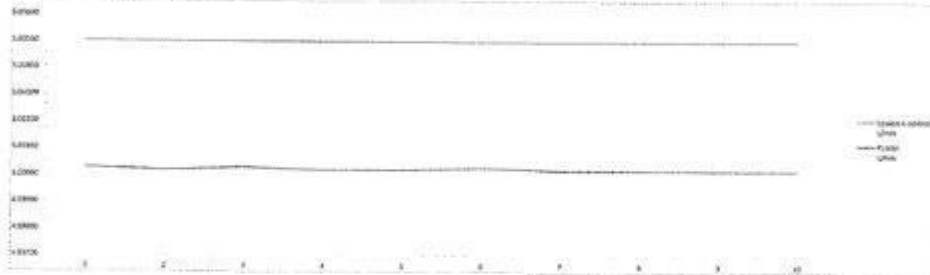


INTECCON COLOMBIA S.A.S
Laboratorio de Calibraciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Calibradores de flujo
Pagina 3 de 3

Certificado N° 11273

Correlación en el flango (Límite): 2_6 para la medición en el perfil (Límite): 5.0



Observaciones del equipo:
Equipo en buen estado físico.

Observaciones generales:

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.
- No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de Inteccon Colombia S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Inteccon Colombia S.A.S. no se responsabiliza de los prejuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

Patrones e instrumentos utilizados - Trazabilidad

| Nombre del equipo | Certificado N.º | Emitido por | Fecha del certificado |
|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|
| Calibrador de flujo ML-455-34 | 16330 | Menzelator | 2017-09-13 |



| | |
|---|---|
| <p>Responsable de la calibración:</p> <p style="text-align: center;"><i>[Signature]</i> Ciro Dantas Rojas Técnico de Laboratorio</p> | <p>Fecha:</p> <p style="text-align: center;"><i>[Signature]</i> Miguel Ángel Parra Director de Laboratorio</p> |
|---|---|

Fin del certificado de calibración

Bogotá, 18 de noviembre de 2019

Sres.

METALSEC SAS

Bogotá

Estimado Sr. Leonardo Pulido,

Como parte del proceso formativo de los profesionales: *Barragán Tania, Chaparro Juan, Miranda Ángela, Pulido Alberto, Sarmiento Diana* dentro de la Especialización de Gerencia en Seguridad y Salud en el trabajo de la Corporación Universitaria UNITEC, se realizó desde la materia de Seminario de Investigación I y II el ejercicio investigativo denominado: *riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG en la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá y su relación con los efectos previsto en el Decreto 2090 de 2003*, bajo el seguimiento del Centro de Investigación de la Universidad y el cual es prerrequisito para acceder al título de Especialista en la materia descrita.

Permítame, en primer lugar y en nombre de la Universidad, agradecerle el tiempo que dedicó a los profesionales al contestar y/o facilitar los insumos requeridos para el análisis de resultados y consecución de conclusiones y recomendaciones en los aspectos investigados, lo que permitirá obtener datos de gran importancia sobre el estado de la Seguridad y Salud en el Trabajo en las empresas a nivel nacional y local.

La investigación que se llevó a cabo, tiene los siguientes objetivos general y específicos:

Objetivo General

Identificar los riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG y su relación con los efectos previstos en el decreto 2090 de 2003 en la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá.

Objetivos Específicos

Identificar los peligros y valorar los riesgos inherentes al proceso de soldadura MIG en la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá.

Revisar los lineamientos establecidos por el Decreto 2090 de 2003 sobre las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador.

Correlacionar los datos obtenidos del análisis de riesgos y los lineamientos del Decreto 2090 de 2003.

Generar las recomendaciones pertinentes a la empresa METALSEC SAS en la ciudad de Bogotá.

Sobra indicar que al ser un ejercicio académico estos datos sólo estarán en custodia de la Universidad, sólo podrán ser utilizados para fines educativos y que los profesionales mantendrán la autoría de la realización de la investigación, con la correspondiente confidencialidad de los datos de su

organización.

Cualquier resultado y conclusiones a los que se pueda llegar en el desarrollo de la misma, quedarán en poder de su empresa y de considerarlo pertinente, los investigadores tienen la disposición de compartir los análisis y resultados para que NMETALSEC S.A.S pueda beneficiarse en lo posible de su participación en este proceso.

Cualquier información adicional o inquietud del mismo puede remitirse al Centro Investigación de la Universidad al PBX: 743 4343 Ext: 7502 | Calle 73 # 20A-39 | Bogotá, Colombia.

Cordialmente,

Centro Investigación
Corporación Universitaria
Unitec
www.unitec.edu.co

Autorizo en conformidad



Nombre: Leonardo Pulido Rodríguez C.C79.490.245

Cargo: Gerente

Empresa: NMETALSEC S.A.S

Fecha: 18 de noviembre de 2019



Por intermedio del presente documento en nuestra calidad de autores o titulares de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjuntamos, titulada RIESGOS INHERENTES AL PROCESO DE SOLDADURA MIG EN LA EMPRESA METALSEC SAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y SU RELACIÓN CON LOS EFECTOS PREVISTO EN EL DECRETO 2090 DE 2003, autorizamos a la Corporación Universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que nos corresponden como creadores o titulares de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entendemos que podemos solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar nuestra obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decidimos.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de nuestros derechos patrimoniales en favor de la Corporación Universitaria Unitec, por lo que podremos utilizar y explotar la obra de la manera que mejor consideremos. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación Universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizamos sin violar o usurpar derechos de autores de terceros, por lo tanto, la obra es de nuestra exclusiva autoría o tenemos la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autores sobre la obra en cuestión asumiremos toda la responsabilidad, y saldremos en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación Universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma

Nombre: TANIA GISSELL BARRAGÁN N.
C.C.: 1.118.555.827 de Yopal

Firma

Nombre: JUAN DAVID CHAPARRO
C.C.: 1.022.395.312 Bogotá

Firma

Nombre: ÁNGELA PATRICIA MIRANDA R.
C.C.: 35.250.104 Fusagasugá

Firma

Nombre: ALBERTO PULIDO R.
C.C.: 79.325.927 Bogotá

Firma

Nombre: DIANA CAROLINA SARMIENTO C.
C.C.: 1.032.418.298 Bogotá