



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL ÁREA DE ARMADO Y
SOLDADURA EN LA EMPRESA SEDEMI”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTORES:

Jaén Llamba Marlon Andrés

Jaramillo Pachacama David Rodrigo

TUTOR:

Ing. MSc. Espín Beltrán Cristian Xavier

Latacunga, agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jaén Llamba Marlon Andrés con cédula de ciudadanía No. 1756000251 y Jaramillo Pachacama David Rodrigo, con cédula de ciudadanía No. 1725168536, declaran ser autores del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA EN LA EMPRESA SEDEMI”**, siendo el Ing. MSc. **ESPÍN BELTRÁN CRISTIAN XAVIER**, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2024



Jaén Llamba Marlon Andrés

C.C.: 1756000251



Jaramillo Pachacama David Rodrigo

C.C.: 1725168536

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA EN LA EMPRESA SEDEMI”, de Jaén Llamba Marlon Andrés y Jaramillo Pachacama David Rodrigo, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, agosto 2024



Ing. Espín Beltrán Cristian Xavier. MSc.
C.C: 0502269368
TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Jaén Llamba Marlon Andrés y Jaramillo Pachacama David Rodrigo, con el título del Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA EN LA EMPRESA SEDEMI”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

Latacunga, agosto 2024



Lector 1 (presidente)
Ing.. Esteban Alexander Salgado
Gallo. MSc
C.C. 0503404493



Lector 2
Ing. Diego Paúl Monga
Sánchez. MSc.
C.C. 0503569964



Lector 3
Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate. MSc.
C.C. 0503257404

CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el tema: “ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL “ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA EN LA EMPRESA SEDEMI” de Jaén Llamba Marlon Andrés y Jaramillo Pachacama David Rodrigo, de la carrera de Ingeniería Industrial, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto Classroom-UTC, con un porcentaje de coincidencias del 8%; y, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.

21/8/24, 18:22

ANTIPLAGIO 1

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO
TITULACION

NOMBRE DEL ALUMNO
MARLON ANDRES JAEN LLAMBA

NOMBRE DEL ARCHIVO
MARLON ANDRES JAEN LLAMBA - ANTIPLAGIO 1

SE HA CREADO EL INFORME
21 ago 2024

Resumen

Fragmentos marcados	51	8 %
Fragmentos citados o entrecomillados	39	6 %

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Latacunga, agosto del 2024



Ing. MSc. Espin Beltrán Cristian Xavier
C.C.: 0502269368

AVAL DE LA EMPRESA



Yo, **Sampedro Medina Jacqueline Patricia**, con número de cédula 1714133434, en calidad de representante del “Proyecto De Investigación” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a petición verbal de los interesados, certifico que:

Los señores **Jaén Llamba Marlon Andrés**, con número de cédula 1756000251, y **Jaramillo Pachacama David Rodrigo**, con número de cédula 1725168536, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, realizan el proyecto de grado con el título: “**ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA EN LA EMPRESA SEDEMI.**”, bajo mi supervisión, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la institución.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso de este documento en forma que estime conveniente.



AGRADECIMIENTO

De Marlon Andrés Jaén Llamba:

Agradezco a mi familia por estar presente durante este proceso y ser un apoyo incondicional. Por enseñarme el valor de las cosas y mostrarme el camino correcto por el cual seguir.

Un profundo agradecimiento a las autoridades que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de CIYA y a los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial por permitirme ser parte de esta noble institución y culminar con éxito mi periodo de formación profesional.

Finalmente, mi más sincero agradecimiento al Ing. MSc. Xavier Espín por su invaluable guía y paciencia para culminar con éxito el presente trabajo.

DEDICATORIA

De Marlon Andrés Jaén Llamba:

Dedicado a mi madre, Nancy, el pilar que sostiene mi vida y el motivo de querer superarme.

A mis abuelos, Segundo y Melania, quienes han sido fuente de sabiduría; por creer en mi e inculcarme valores que los llevaré siempre en mí.

A mis hermanos, Deyvis y Leonardo, porque siempre están presentes, incluso cuando no están.

AGRADECIMIENTO

De David Rodrigo Jaramillo Pachacama:

En primer lugar, agradezco a Dios por la fuerza, la sabiduría y las oportunidades que me han permitido llegar hasta este momento.

A mis padres Rodrigo y Blanca por inculcarme valores y principios que han sido el pilar de mi formación personal y mi esposa Nicole por su amor incondicional, apoyo constante.

A los docentes que me han acompañado a lo largo de mi formación, especialmente al Ing. MSc. Xavier Espín, por su invaluable orientación, paciencia y dedicación. En primer lugar, agradezco a Dios por la fuerza, la sabiduría y las oportunidades que me han permitido llegar hasta este momento.

DEDICATORIA

De David Rodrigo Jaramillo Pachacama:

Dedico este trabajo a mis padres, Rodrigo y Blanca, por su amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y por ser siempre mi mayor fuente de inspiración. Sin su apoyo, nada de esto hubiera sido posible.

A mi esposa, por su paciencia, comprensión y por estar siempre a mi lado, apoyándome en cada momento.

A mi hija, por ser mi mayor motivación para seguir adelante y esforzarme cada día

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE LA EMPRESA	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	16
2. INTRODUCCIÓN	17
2.1. RESUMEN	18
ABSTRACT	18
2.2. EL PROBLEMA	6
2.2.1. Situación Problémica	6
2.2.2. Formulación del problema	7
2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	7
2.3.1. Objeto de Investigación	7
2.3.2. Campo de acción	8
2.4. JUSTIFICACIÓN	8
2.5. BENEFICIARIOS	9
2.5.1. Beneficiarios directos	9
2.5.2. Beneficiarios indirectos	9
2.6. HIPÓTESIS	9
2.7. OBJETIVOS	10
2.7.1. General	10
2.7.2. Específicos	10

2.8.	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	11
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	12
3.1.	ANTECEDENTES	12
3.1.1.	Antecedentes Nacionales.....	12
3.1.2.	Antecedentes Internacionales	14
3.2.	MARCO REFERENCIAL.....	18
3.2.1.	Definición de Ergonomía.....	18
3.2.2.	La Soldadura.....	22
3.2.3.	Riesgo ergonómico en los trabajos de soldadura.....	28
3.2.4.	Trastornos Musculoesqueléticos.....	34
4.	METODOLOGÍA.....	37
4.1.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN MIXTA	37
4.2.	TÉCNICA E INSTRUMENTO	37
4.2.1.	Técnicas	37
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	45
5.1.	Objetivo Específico 1.....	45
5.1.2.	Actividades	45
5.2.	Identificación de las malas posturas	47
5.2.1.	Análisis de las malas posturas	47
5.3.	Objetivo Específico 2.....	50
5.3.1.	Actividades	50
5.3.2.	Evaluación mediante método REBA.....	50
5.3.3.	Evaluación mediante método RULA.....	56
5.4.	Objetivo Específico 3.....	62
5.4.1.	Actividades	62
5.4.2.	Manual de recomendaciones ergonómicas para los trabajadores de SEDEMI ..	62
5.5.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	64

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
6.1.	CONCLUSIONES	66
6.2.	RECOMENDACIONES	66
7.	REFERENCIAS	67
ANEXO A	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO B	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO C	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Planos anatómicos.....	22
Figura 3.2. Soldadura Oxiacetilénica	25
Figura 3.3. Soldadura MIG.....	25
Figura 3.4. Soldadura por Arco Eléctrico.....	26
Figura 3.5. Soldadura MAG	27
Figura 3.6. Soldadura GTAW.....	27
Figura 4.1. Método REBA. División del cuerpo humano	38
Figura 4.2. Hoja de campo método REBA.....	39
Figura 4.3. Tabla de puntuación Grupo A método REBA	39
Figura 4.4. Tabla de carga/fuerza Grupo A método RULA	40
Figura 4.5. Tabla de puntuación Grupo B método REBA.....	40
Figura 4.6. Tabla de agarre puntuación final Grupo B método REBA	41
Figura 4.7. Tabla de asignación de puntaje final método REBA	41
Figura 4.8. Método RULA. División del cuerpo humano	41
Figura 4.9. Tabla de puntuación Grupo A método RULA	42
Figura 4.10. Carga/fuerza, utilización muscular y puntuación final Grupo A	43
Figura 4.11. Tabla de puntuación Grupo B método RULA	43
Figura 4.12. Carga/fuerza, utilización muscular y puntuación final Grupo B.....	44
Figura 4.13. Tabla de asignación de puntaje final método RULA	44
Figura 4.14. Hoja de campo metodo RULA.....	44
Figura 5.1. Inicios de la empresa SEDEMI.....	45
Figura 5.2. Ubicación de la planta matriz.....	46
Figura 5.3. Mapa de procesos de SEDEMI	47
Figura 5.4. Trabajador en postura inadecuada.....	48

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.1. Área de Conocimiento	16
Tabla 2.1. Beneficiarios directos	9
Tabla 2.2. Beneficiarios indirectos.....	9
Tabla 2.3. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	11
Tabla 3.1. Revisión de la literatura.....	17
Tabla 3.2. Movimientos Básicos.....	23
Tabla 3.3. Principales Trastornos Musculoesqueléticos.	36
Tabla 5.1. Matriz de Riesgos Laborales por Puesto de Trabajo	49
Tabla 5.2. Método REBA. Grupo A.....	51
Tabla 5.3. Método REBA. Grupo A puntuación	52
Tabla 5.4. Método REBA. Carga/Fuerza.....	52
Tabla 5.5. Método REBA. Grupo B.....	53
Tabla 5.6. Método REBA. Grupo B puntuación.....	54
Tabla 5.7. Método REBA. Grupo B Agarre.....	54
Tabla 5.8. Tabla C. Resultado método REBA.....	55
Tabla 5.9. Método REBA. Nivel de Riesgo	55
Tabla 5.10. Resultados de cada trabajador.....	56
Tabla 5.11. Nivel de riesgo de los trabajadores evaluados	56
Tabla 5.12. Método RULA. Grupo A.....	57
Tabla 5.13. Método RULA. Grupo A puntuaciones	58
Tabla 5.14. Método RULA. Grupo A postura estática	58
Tabla 5.15. Método RULA. Grupo B.....	59
Tabla 5.16. Método RULA. Grupo B puntuación.....	60
Tabla 5.17. Método RULA. Grupo B postura estática	60
Tabla 5.18. Tabla C. Resultado método RULA.....	61
Tabla 5.19. Método RULA. Nivel de Riesgo.....	61
Tabla 5.20. Promedio de resultados de cada colaborador.....	62
Tabla 5.21. Nivel de Riesgo de los colaboradores evaluados	62
Tabla 5.22. Nivel de Riesgo de los colaboradores evaluados	64
Tabla 5.23. Nivel de riesgo de los trabajadores evaluados	65

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Análisis ergonómico de posturas dentro del área de armado y soldadura dentro de la empresa SEDEMI.

Fecha de inicio: 06 de mayo 2024

Fecha de finalización: 02 de agosto 2024

Lugar de ejecución: Sangolquí km 4 ½ vía a Amaguaña, lotización el Carmen

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado: Académico Científico.

Equipo de Trabajo:

- Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán.
- Marlon Andrés Jaén Llamba.
- David Rodrigo Jaramillo Pachacama.

Área de Conocimiento: Ítem 33 Ciencias Tecnológicas.

En la Tabla 1.1 se muestra el área de conocimiento según los códigos de la Unesco [1].

Tabla 1.1. Área de Conocimiento [1]

33 CIENCIAS TECNOLÓGICAS	3310 Tecnología Industrial	3310.01 Equipo Industrial
		3310.02 Maquinaria industrial
		3310.03 Procesos Industriales
		3310.04 Ingeniería de Mantenimiento
		3310.05 Ingeniería de Procesos
		3310.06 Especificaciones de Procesos
		3310.07 Estudio de Tiempos y Movimientos
		3310.99 Otras. Ergonomía

Línea de investigación: Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral.

Sublíneas de investigación de la Carrera Ingeniería Industrial: Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

2. INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera es uno de los sectores más relevantes en el Ecuador, ya que además de desarrollar productos con valor agregado, es un generador de empleo significativo. Estas empresas emplean una gran cantidad de mano de obra capacitada para realizar sus funciones. Sin embargo, este mismo sector no ha presentado un desarrollo económico significativo durante el período 2007-2020, representando el 20.8% del valor agregado bruto nacional con una tasa de crecimiento promedio del 15% anual, ubicándose por debajo del sector primario y de servicios [2]. Uno de los componentes de este sector son las industrias que se dedican a la construcción de estructuras metálicas. Además de las estadísticas poco alentadoras en el marco económico, existen datos que evidencian que el sector manufacturero junto con el de comercio son los que registran mayor índice de accidentes laborales, siendo hombres de entre 21 y 30 años quienes más sufren de este tipo de accidentes.

Los soldadores son trabajadores fundamentales en el sector metalúrgico, ya que gracias a ellos se levantan obras de gran impacto que favorecen diversas áreas como telecomunicaciones y apoyo al sector petrolero. Este sector requiere de personal competente que haya recibido formación especializada para garantizar calidad y eficacia en los productos y procedimientos, ya que es el encargado de unir piezas metálicas utilizando un arco eléctrico o una llama de gas para fundir el metal. El trabajo de soldador implica el uso de maquinaria y herramientas que pueden exponerlo a diversos riesgos, desde golpes con estructuras metálicas o caídas a distintas alturas, hasta esfuerzos excesivos en la manipulación de piezas. Los peligros para la salud que representa este trabajo, además de las fatigas musculares, incluyen trastornos musculoesqueléticos que van desde fracturas, esguinces y distensiones a enfermedades crónicas que causan limitaciones de las capacidades funcionales e incapacidad permanente debido a periodos de tiempo extendidos y posiciones de trabajo poco favorables para su salud física.

En este contexto, la presente tesis se centra en el análisis ergonómico de las posturas dentro del área de armado y soldadura en la empresa SEDEMI, con el objetivo de identificar y evaluar los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los colaboradores. A través del uso de métodos ergonómicos como RULA y REBA, se busca proponer mejoras y elaborar un manual de recomendaciones para prevenir lesiones en los músculos y así puedan mejorar el estilo de vida.

2.1. RESUMEN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: ANÁLISIS ERGONÓMICO DE POSTURAS DENTRO DEL ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA DENTRO DE LA EMPRESA SEDEMI.

Autores:

Jaén Llamba Marlon Andrés

Jaramillo Pachacama David Rodrigo

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo analizar las posturas adoptadas por los colaboradores del área de armado y soldadura en la empresa SEDEMI debido a la presencia de trastornos musculoesqueléticos en el sector de la metalurgia en general, los mismos que pueden ser considerados como enfermedad profesional. Por lo que, el uso de la Matriz de Riesgos de Laborales por Puestos de Trabajo permitió la identificación de los riesgos más representativos como las posturas forzadas y los movimientos repetitivos los cuales fueron calificados con un nivel de alto riesgo, lo que puede ser un detonante para padecer de algún tipo de trastorno musculoesquelético o enfermedad laboral. Para profundizar el estudio hacia los trabajadores en base a los métodos RULA y REBA se evaluó la carga postural y el nivel de riesgo al que se exponen diariamente los trabajadores del área en estudio. Con respecto a la carga postural que ocupan los trabajadores los resultados obtenidos fueron desalentadores debido los niveles de riesgo muy alto y nivel de riesgo medio identificados. Como actividad final se propone un manual de posturas recomendadas para realizar durante las actividades en base a las posturas y movimientos repetitivos identificados con la intención de disminuir los factores de riesgo ergonómico.

Palabras clave: Riesgo, soldadura, posturas, trastornos musculoesqueléticos, enfermedades laborales

ABSTRACT

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

TITLE: ERGONOMIC ANALYSIS OF POSTURES WITHIN THE ASSEMBLY AND WELDING AREA AT THE SEDEMI COMPANY.

Authors:

Jaén Llamba Marlon Andrés

Jaramillo Pachacama David Rodrigo

ABSTRACT

This research work aimed to analyze the positions adopted by the collaborators in the assembly and welding area in the SEDEMI company due to the presence of musculoskeletal disorders in the metallurgy sector in general, which can be considered an occupational disease. Hence, the use of the Occupational Risk Matrix by Job Position allowed the identification of the most representative risks such as forced postures and repetitive movements, which were classified as having a high-risk level, which can be a trigger. to suffer from some musculoskeletal disorder or occupational disease. To deepen the study of workers based on the RULA and REBA methods, the postural load and the level of risk to which workers in the study area are exposed daily were evaluated. With respect to the postural load occupied by workers, the results obtained were discouraging due to the very high-risk levels and medium-risk levels identified. As a final activity, a manual of recommended postures to perform during activities is proposed based on the postures and repetitive movements identified with the intention of reducing ergonomic risk factors.

Keywords: Risk, welding, postures, musculoskeletal disorders, occupational diseases

2.2. EL PROBLEMA

2.2.1. Situación Problémica

La industria manufacturera es uno de los sectores más relevantes en el Ecuador puesto que además desarrollar productos con valor agregado, es un generador de empleo. Estas empresas emplean gran cantidad de mano de obra capacitada para realizar sus funciones.

Uno de los elementos que componen este sector son las industrias que se dedican a la construcción de estructuras metálicas. Además de estas estadísticas poco alentadoras en el marco económico, existen otros datos que permiten evidenciar que el sector manufacturero junto con el de comercio, son los que registran mayor índice de accidentes laborales, siendo hombres de entre 21 y 30 años quienes más sufren de este tipo de accidentes [3].

Los soldadores son trabajadores fundamentales en el sector metalúrgico puesto que gracias a ellos se levantan obras de gran impacto que favorecen diversas áreas como telecomunicaciones y de apoyo al sector petrolero. Este sector requiere de personal competente, que haya recibido formación especializada para garantizar calidad y eficacia en los productos y procedimiento ya que es el encargado de unir piezas metálicas utilizando un arco eléctrico o unas llamas de gas para fundir el metal. El trabajo de soldador implica el uso de maquinaria y herramientas que pueden exponerlo a diversos riesgos que van desde golpes con estructuras metálicas o caídas a distinta altura hasta esfuerzos excesivos en la manipulación de piezas.

Entre enero y septiembre del 2023, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) recibió 14.929 avisos de accidentes de trabajo a nivel nacional, de los que 9.887 fueron calificados en ese periodo [4]. Los peligros para la salud que representa además de fatigas musculares, trastornos musculoesqueléticos, abarcan desde trastornos repentinos y de corta duración, como fracturas, esguinces y distensiones, a enfermedades crónicas que causan limitaciones de las capacidades funcionales e incapacidad permanentes, esto debido a periodos de tiempo extendidos y posiciones de trabajo poco favorables para su salud física provocando trastornos musculoesqueléticos.

Según la Organización Mundial de la Salud aproximadamente 1710 millones de personas tiene trastornos musculoesqueléticos en todo el mundo; además, menciona que estos trastornos limitan enormemente la movilidad y la destreza, lo que provoca jubilaciones anticipadas, menores niveles de bienestar y una menor capacidad de participación social [5]. Algunos riesgos ocupacionales tales como traumatismos, partículas transportadas por el aire y riesgos

ergonómicos representan una parte considerable de la carga de morbilidad derivada de enfermedades crónicas: 37% de todos los casos de dorsalgia; 16% de pérdida de audición; 13% de enfermedad pulmonar obstructiva crónica; 11% de asma; 8% de traumatismos; 9% de cáncer de pulmón; 2% de leucemia; y 8% de depresión [6]. Los peligros más recurrentes pueden ser quemaduras por contacto con metales o salpicaduras de suelda, inhalación de humos y gases tóxicos, riesgos por radiaciones, por ruido, incendios y explosiones, por caídas y golpes, movimientos repetitivos [5].

Dentro del área de armado y soldadura se identifican problemas relacionados con ergonomía puesto que dentro del proceso los colaboradores mantienen posturas incómodas por prolongado tiempo al momento de realizar sus actividades de igual forma se ha identificado el riesgo movimiento repetitivo lo que provoca fatiga muscular y molestias en la espalda, cuello, hombros y brazos.

Para el trabajo de soldadura es indispensable realizar un análisis enfocado a la ergonomía de los trabajadores, para lo cual se ha tomado en consideración a la empresa SEDEMI, empresa dedicada a la elaboración de estructuras metálicas. En la unidad de gestión de planificación y armado en negro se encuentra el departamento de armado y soldadura, que consta con 46 colaboradores y entre sus actividades laborales se encuentra el levantamiento y transporte de material pesado dentro de la empresa. Desde el 2022, según datos históricos de la empresa SEDEMI, se ha registrado 56 casos de enfermedades profesionales relacionadas con trastornos musculoesqueléticos en toda la empresa, y de estas 24 corresponden al área de armado y soldadura, es decir, casi la mitad de los datos registrados. Es por tal razón que un estudio ergonómico resultaría beneficioso para intentar reducir estas cantidades de afecciones hacia los trabajadores.

2.2.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar a través de la ergonomía los procesos de armado y soldadura dentro de la empresa SEDEMI para disminuir el riesgo de enfermedades laborales?

2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1. Objeto de Investigación

Posturas incorrectas en el área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI

2.3.2. Campo de acción

Análisis ergonómico de posturas en el área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI donde se pretende investigar las posturas en las que incurre el colaborador ejecutando labores de suelda y armado de estructuras metálicas. Asimismo, se pretende corregir estas mismas posturas a través de métodos ergonómicos.

2.4. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de la presente investigación es desarrollar un estudio de las posturas no adecuadas presentes en los trabajadores en las tareas de soldadura y armado de estructuras metálicas, ya que se pueden generar enfermedades ocupacionales derivando en descanso médico que genera pérdidas horas – hombre lo que afecta a la planificación y economía de la empresa y surge una mala calidad de vida a los trabajadores que están expuestos a los riesgos ergonómicos. Debido a que las condiciones de trabajo usualmente no están adecuadas a las necesidades de los soldadores y ayudantes, lo cual va afectando de forma directa a su salud y seguridad al momento de realizar sus actividades. Se sabe también que las posturas incómodas y los movimientos repetitivos causan enfermedades que terminan en diagnósticos muy diversos, muchos de estos movimientos pueden llegar a causar lesiones como tendinitis, bursitis y síndromes de atrapamiento nervioso.

Muchos de estos problemas no suelen ser abordados o son poco tratados debido a que el trabajador se acostumbra a su trabajo y no suele darles la debida importancia a sus dolencias sino cuando estas ya están avanzadas y sufre de dolores crónicos o cuando ocurre un accidente. Esto se agrava mientras la mala postura se mantenga en forma constate. Se debe reconocer la repetitividad en los movimientos puesto que las mismas causan debilidad o disminución en la flexibilidad en las articulaciones como síntomas iniciales para lesiones más graves, esto con el fin de tratar de disipar algunas de las posturas que causan más molestias o tienen mayor impacto a la salud del trabajador.

En el artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República, establece que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” [7]. Con esto en mente se trata de identificar los riesgos ergonómicos para realizar un análisis concreto sobre los problemas posturales para el conocimiento de los colaboradores y personal de seguridad mediante un manual donde se detalla ejercicios recomendados para las pausas activas.

2.5. BENEFICIARIOS

2.5.1. Beneficiarios directos

Se describen los beneficiarios directos del proyecto de investigación, como se muestra en la Tabla 2.1, donde se puede observar la cantidad de 36 personas a las cuales se pretende beneficiar. Esto con la finalidad de disminuir o evitar trastornos musculoesqueléticos y enfermedades laborales y, por consiguiente, el ausentismo laboral, gastos implícitos por parte del trabajador y de la empresa.

Tabla 2.1. Beneficiarios directos

Personas		Cantidad
Trabajadores	Operadores (soldadores/armadores)	25
	Ayudantes de soldadura y armado	11
Total		36

2.5.2. Beneficiarios indirectos

Se describen los beneficiarios indirectos del proyecto de investigación, como se muestra en la Tabla 2.2, considerando el proceso de acabo superficial como un cliente interno y a 5 clientes externos que se consideran como los más frecuentes.

Tabla 2.2. Beneficiarios indirectos

Personas	Cantidad
Cliente interno	1
Cliente externo	6
Total	7

2.6. HIPÓTESIS

Se conseguirá medir el nivel de riesgo al cual está expuesto el trabajador del área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI y determinar si el trabajador está en riesgo de padecer trastornos musculoesqueléticos.

2.7. OBJETIVOS

2.7.1. General

Analizar ergonómicamente las posturas en el área de armado y soldadura mediante métodos de estudio enfocados a la salud física para reducir la incidencia de las posiciones forzadas y movimientos repetitivos que afecten la vida de los trabajadores dentro de la empresa SEDEMI.

2.7.2. Específicos

- Identificar los factores de riesgo ergonómica a los cuales están expuestos los trabajadores del área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI.
- Evaluar el riesgo ergonómico al que está expuesto el trabajador usando métodos ergonómicos para determinar las posiciones forzadas y movimientos repetitivos relacionados a su área de trabajo.
- Elaborar un manual que sirva de guía para disminuir riesgos ergonómicos dentro del área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI.

2.8. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 2.3. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos específicos	Actividades (Tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos.
Identificar los factores de riesgo ergonómico a los cuales están expuestos los trabajadores del área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión mediante observación de las malas posturas que adopta en operador dentro del área de trabajo. • Reconocimiento de las actividades que realiza el trabajador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de los riesgos ergonómicos que conlleva la actividad de suelda y armado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de Riesgos Laborales por puesto de trabajo
Evaluar el riesgo ergonómico al que está expuesto el trabajador usando métodos ergonómicos para determinar las posiciones forzadas y movimientos repetitivos relacionados a su área de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de los metodos RULA y REBA donde se valoran las posturas que adopta el trabajador al desarrollar sus actividades de suelda y armado. • Descripción de las puntuaciones otorgadas a cada postura y trabajador evaluado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de cada trabajador seleccionado. • Propuestas de mejora en el área de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método RULA • Método REBA
Elaborar un manual que sirva de guía para disminuir riesgos ergonómicos dentro del área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI.	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de un manual donde se expliquen posturas adecuadas que puedan realizar los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del riesgo ergonómico al cual está expuesto el trabajador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manuales relacionados con la temática planteada de ejercicios para pausas activas.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En esta sección se plasma el fundamento teórico, que sirve como referencia para las bases de la presente investigación.

3.1. ANTECEDENTES

3.1.1. Antecedentes Nacionales

A continuación, se presentan algunos proyectos relacionados con el área de la ergonomía, publicados a nivel nacional durante los últimos cinco años:

- **Estudio ergonómico de los puestos de trabajo para minimizar enfermedades en las secretarías del edificio Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi [8].**

Se explica la importancia de la ergonomía para mejorar el ambiente laboral y evitar enfermedades. El estudio se enfoca en las secretarías debido a su exposición a riesgos ergonómicos destacando la necesidad de estudios de esta índole para prevenir estos problemas y mejorar la productividad. Por consiguiente, busca rediseñar los puestos de trabajo y mejorar el ambiente laboral, utilizando métodos ergonómicos y software especializado para evaluar los riesgos y proponer soluciones adecuadas. Elabora una propuesta para solucionar los riesgos ergonómicos detectados, mejorando el confort y la salud de las trabajadoras.

- **Evaluación de riesgos ergonómicos y su incidencia en la salud de los trabajadores del Gad parroquial rural Alluriquín [9].**

En este estudio se identificaron factores de riesgo ergonómico en el GAD parroquial rural Alluriquín para diseñar un programa de prevención. Se utilizó la matriz del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo y el método RULA para evaluar los puestos de trabajo. Se determinaron medidas de prevención para aspectos de alto riesgo en contenido, espacio, confort y organización laboral, siguiendo normativas ecuatorianas e internacionales.

- **Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros [10].**

Las afecciones musculoesqueléticas relacionadas con la falta de consideraciones ergonómicas en el trabajo son comunes a nivel nacional y mundial. Es crucial abordar los riesgos ergonómicos en el taller de mantenimiento de motores de combustión para

prevenir problemas de salud en los trabajadores. Una evaluación ergonómica cuantitativa y cualitativa reveló la necesidad de intervención para mejorar las condiciones laborales y prevenir afecciones musculoesqueléticas graves.

- **Evaluación ergonómica aplicando el método ROSA en el Área Administrativa del GAD Municipal de Cumandá [11].**

Mediante el método ROSA se demostró que el 69% de los encuestados tiene un puntaje igual o mayor a 5; por ende, se consideran como riesgos elevados. Entre los factores que más afectan a los trabajadores son las malas posturas y el estrés, ocasionando trastornos musculoesqueléticos que afectan significativamente la salud del personal, incidiendo directamente en su desempeño laboral. Se recomienda implementar el plan preventivo de riesgos ergonómicos con el objetivo de preservar la salud de los trabajadores del área administrativa del GAD.

- **Métodos de evaluación ergonómica en el levantamiento manual de cargas: revisión sistemática exploratoria [12].**

El objetivo de esta investigación es sintetizar los métodos de evaluación ergonómica aplicados para el levantamiento manual de carga en la población trabajadora desde el año 2015 hasta el 2022. Se aplicó la técnica adaptada del enfoque PRISMA para revisiones sistemáticas exploratorias, en donde se extrajeron 14 métodos de evaluación, de los cuales 4 son mediante software, 4 son métodos observacionales y 6 son mediante dispositivos portátiles de evaluación. Se descubrió que el método más utilizado en los artículos es el dispositivo portátil de unidades de medición inercial, seguido por la electromiografía de superficie, y el software de evaluación Tecnomatix Classic Jack.

- **Riesgos Ergonómicos Geométricos y su incidencia en la productividad de los trabajadores del área operativa en la empresa ARTECUA S.A. [13].**

La presente investigación surge de la necesidad de evaluar los riesgos ergonómicos en 6 puestos de trabajo de la empresa ARTECUA S.A. Se investigaron las posturas forzadas y su incidencia en la productividad de los trabajadores. La valoración cualitativa se realizó a través de la norma española NTP 330 del INSHT, en donde se determinó que de las 48 tareas realizadas los puestos de trabajo, 9 deben ser priorizadas y posteriormente evaluadas mediante el método REBA; obteniendo como resultado que 3 tareas son consideradas de riesgo muy alto, 2 alto, 3 medio y 1 bajo.

Al final se determinó el nivel de productividad de cada uno de los trabajadores, dejando como propuesta el diseño de un programa de prevención de trastornos músculo esqueléticos para los trabajadores expuestos a las actividades priorizadas.

3.1.2. Antecedentes Internacionales

A lo largo de esta investigación se han encontrado títulos relevantes que se deben tomar en consideración para un análisis que robustezca el tema de investigación, siendo la ergonomía y los trastornos musculoesqueléticos los que establecen el punto de partida para esta sección y resumidas en Tabla 3.1.

- **Efectividad de las intervenciones ergonómicas en la disminución de los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores informáticos de oficina [14].**

El objetivo de este estudio fue la sistematización de las evidencias sobre la efectividad de las intervenciones ergonómicas en la disminución de los trastornos musculoesqueléticos. El método utilizado fue de tipo sistemático cuantitativo.

Cita a Veisi H et al., donde menciona que en Europa Occidental, Estados Unidos y Canadá como fuentes de mayor incidencia de trastornos musculoesqueléticos que conllevan a sufrir discapacidad física debido a movimientos repetitivos, posturas inadecuadas y prolongadas y demás características que se han ido mencionando a lo largo de este estudio [14].

Este trabajo recaba información sobre otras fuentes que han desarrollado estudios ergonómicos donde concluye que el 90% de estas fuentes comparten un mismo resultado: la efectividad de intervenciones ergonómicas en el este entorno (trabajadores informáticos de oficina) disminuye la posibilidad de quejas musculoesqueléticas.

- **Musculoskeletal and Postural Stress Evaluation as a Basic for Ergonomic Work Attitudes on Welding Workers [15].**

Evaluación del estrés musculoesquelético y postural como una base para trabajos ergonómicos en soldadura.

Utiliza como método el Nordic Body Map (NBM) como uno de los métodos subjetivos para medir el dolor muscular de los trabajadores; el cuestionario NBM es una lista de verificación de ergonomía.

Este cuestionario tiene 28 ítems que permiten conocer las molestias que sienten los encuestados. Al ser ordenado y estandarizado es uno de los más comunes para encontrar las molestias.

Para la obtención de resultados mediante el método NBM utilizó una escala Likert que es una medición de acuerdo y desacuerdo sobre un tema a un grupo de encuestados. Además, utiliza el método RULA para la evaluación de postura corporal y empleando el software CATIA V5R17 para obtener puntuaciones de postura corporal. Cabe señalar que relaciona las posturas de trabajo con la manipulación de los equipos, lo cual apunta a tener un riesgo bastante alto.

Concluye con el análisis de las calificaciones de los trabajadores que requieren atención y enfocando los esfuerzos de mejora en aquellos que presentan mayor puntuación, siendo 6 y 7 las puntuaciones más altas. De la misma forma se plantea una necesidad de mejora en el diseño de actividades que mejoren las actitudes del trabajador y una evaluación ergonómica basada en los procesos operativos.

- **Desing work station of pipe welding with ergonomic approach [16].**

Diseño de una estación de soldadura de tuberías con alcance ergonómico.

En la evaluación de las condiciones de trabajo, los principales problemas ergonómicos en los lugares de trabajo investigados se debieron a posiciones de trabajo incómodas, diseño inadecuado de los puestos de trabajo, herramientas manuales mal diseñadas y manipulación manual inadecuada de materiales.

Se han realizado muchas investigaciones para analizar y mejorar la ergonomía del lugar de trabajo, la distribución de las instalaciones y el diseño de herramientas y se ha demostrado que una ergonomía eficiente en el diseño del lugar de trabajo demuestra una mejor interacción entre los sistemas humano y máquina. La productividad de empleados depende en gran medida del diseño de la estación de trabajo.

El operador requiere aproximadamente 75-90 minutos para completar la soldadura de la tubería, pero como resultado de una mala postura. Esta condición requiere una cantidad significativa de tiempo de descanso de aproximadamente 10-15 minutos.

Una mala postura impide que los trabajadores pongan todo su esfuerzo en su trabajo, reduciendo la productividad.

- **Intervenciones para la prevención de trastornos musculoesqueléticos en enfermedades de instituciones de salud: una revisión sistemática exploratoria 2012 – 2022 [17].**

Este estudio utiliza un enfoque descriptivo basado en encuestas para identificar y describir la mejor evidencia de investigación para la prevención de TME en enfermeras en entornos de atención médica. Es un proceso riguroso de identificación, evaluación y síntesis de la información disponible como método secundario.

Los criterios de inclusión corresponden a una selección de estudios experimentales y cuasiexperimentales que permiten identificar diversos tipos de prevención, ya sean primarias, secundarias y/o terciarias de enfermedades profesionales y/o auxiliares de enfermería, trabajadores de la salud en labores de enfermería.

Se utilizó fuentes de información como recursos electrónicos de la Universidad Nacional de Colombia, BioMed Central, Biblioteca Cochrane o Scopus.

Obtuvo resultados, dentro de su estudio, que al menos en Colombia, la investigación respecto a la prevención de los TME en personal de enfermería es limitada. Se elaboró un informe detallado que describe el proceso de la revisión sistemática exploratoria y los resultados obtenidos, con el objetivo de que sea reproducible y útil para otros investigadores, además de procurar por su publicación y divulgación en ponencias como insumo vital para la creación de políticas y programas en torno a la SST en las instituciones de salud.

Tabla 3.1. Revisión de la literatura.

AÑO	AUTOR (es)	TÍTULO	TIPO	CONTRIBUCIONES
2019	Arias Castillo, Elena Lucila. Pérez Sánchez, Verónica Eusebia	Efectividad de las intervenciones ergonómicas en la disminución de los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores informáticos de oficina	Trabajo Académico	Demuestra que, en base a diferentes estudios previamente analizados, una efectiva intervención ergonómica dentro de los puestos de trabajo tiene efectos positivos en los TME. También recomienda la intervención de programas como pausas activas en periodos de tiempo de 10 a 15 min.
2019	Sushihono Wahyu. Yuri Selviani. Ida Ayu Kade Arisanthi Dewi. Ni Luh Gede Liswahyuningsih	Musculoskeletal and Postural Stress Evaluation as a Basic for Ergonomic Work Attitudes on Welding Workers	Articulo Científico	Encuentra que el equipo de trabajo no es el adecuado debido a la fuerte relación entre la postura laboral y las molestias musculoesqueléticas, lo que se relaciona con la manipulación de los materiales lo cual incrementa el nivel de riesgo.
2019	Silvi Ariyanti, Lamto Widodo. Muhammad Zulkarnain, Kevin Timotius.	Desing work station of pipe welding with ergonomic approach	Articulo científico	Termina con la implementación de nuevas herramientas que ayudan a mejorar la mala postura en el trabajo con estaciones ergonómicas reduciendo el esfuerzo al levantar tuberías y similares. Además, finalizó con la demostración del tiempo de trabajo, aumentando los productos diarios producidos.
2022	Peñalosa Rubiano Geraldine	Intervenciones para la prevención de trastornos musculoesqueléticos en enfermedades de instituciones de salud: una revisión sistemática exploratoria 2012 - 2022	Trabajo de investigación	Tras haber realizado una revisión a diversas publicaciones sobre ergonomía en el personal de salud, esta autora menciona que existe una alta evidencia de heterogeneidad, que limita el análisis cuantitativo.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Definición de Ergonomía

Olarte define a la Ergonomía como una disciplina que estudia la interacción entre el hombre, la máquina y el entorno donde se efectúan actividades de esfuerzo físico o mental, menciona también que el objetivo primordial es asegurar las condiciones de trabajo para facilitar el desempeño de los trabajadores [18]. De igual manera, Marcos Lucena aporta a este concepto, mencionando que la ergonomía se considera como el estudio del entorno de trabajo a fin de mejorar sus condiciones, adaptando los puestos y maquinarias para favorecer la buena postura y las conductas saludables y seguras [19].

Por otro lado, la AEE (Asociación Española de Ergonomía) brinda una definición más formal sobre la ergonomía, manifestando que se trata del conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando de esta manera la seguridad, bienestar y por ende la eficacia de los trabajadores [20].

3.2.1.1. Importancia de la Ergonomía

En los últimos tiempos las organizaciones se encuentran en una constante carrera tecnológica que demanda altos niveles de productividad para mantenerse competitivas y liderar altos márgenes de ganancias. Debido a esto, los empresarios se ven en la necesidad de reinventarse casi a diario en función de la demanda del mercado. Es por eso que la productividad ha cambiado su enfoque, hoy en día no sólo se basa en los resultados como el nivel de producción, sino que también considera el capital humano como una pieza clave para lograr la productividad deseada, debido a que su motivación influye directamente en su disposición al trabajo, determinando la alta o baja productividad.

Es así como los nuevos métodos de administración han cambiado su enfoque, priorizando el talento humano y sus necesidades individuales, dejando la antigua forma de gestión en la que el empresario impone y el trabajador sólo obedece, para dar lugar a nuevos enfoques que propicien un mayor grado de satisfacción, y lograr que los trabajadores se sientan a gusto realizando sus labores.

Esta nueva etapa toma en cuenta al trabajador como una pieza fundamental dentro de los procesos para lograr una comunicación efectiva, en pro de mejorar los resultados. Una de las premisas en este enfoque es el cuidado del personal, cuya salud es de suma importancia para la

empresa; siendo así que se le da su lugar en la gestión del talento humano en donde la higiene y seguridad laboral hacen su entrada y proporcionan a las organizaciones los métodos y herramientas para mejorar las condiciones de trabajo de su personal y reducir el riesgo de accidentes e incidentes laborales.

3.2.1.2. Objetivos de la Ergonomía

Según la Asociación Española de Ergonomía, el objetivo de la Ergonomía es adaptar el trabajo a las capacidades y posibilidades del ser humano. En virtud de esto, todos los elementos que conforman el trabajo ergonómico deberán ser diseñados teniendo en cuenta los individuos que van a utilizarlos [21]. La labor de adecuar el puesto de trabajo a las características del individuo, se consigue mediante los siguientes objetivos:

- Identificar, analizar y reducir riesgos.
- Reducir la incidencia de absentismos.
- Aumentar la motivación y la satisfacción en el trabajo.
- Adaptar el puesto y condiciones de trabajo a las características del individuo.
- Servir de soporte para la adquisición de útiles, herramientas y materiales bajo prescripciones ergonómicas.
- Contribuir a la mejora continua en los procesos de la organización, para que el trabajo pueda ser realizado salvaguardando la salud y la seguridad, con el máximo de confort, satisfacción y eficacia.

3.2.1.3. Clasificación de la Ergonomía

La ergonomía tiene aplicaciones en una amplia gama de campos, incluyendo la industria, la salud, el diseño de productos, la informática, el transporte y la arquitectura, entre otros. En la industria, por ejemplo, la ergonomía se utiliza para diseñar estaciones de trabajo que minimicen la fatiga y prevengan lesiones musculoesqueléticas. En el ámbito de la salud, se aplica en la ergonomía de los equipos médicos y en el diseño de entornos hospitalarios que promuevan la comodidad y la seguridad de pacientes y personal. En el diseño de productos, la ergonomía se utiliza para crear productos que sean fáciles y seguros de usar para sus usuarios.

Todas estas clasificaciones pueden ser correctas y dependen en gran medida del enfoque al cual se pretende aplicar el estudio. Estas clasificaciones se crean por cuestiones prácticas que facilitan su estudio, y es responsabilidad del analista mantener un enfoque holístico al momento

de considerar un puesto de trabajo para que cada uno de los factores no sean valorados de forma aislada.

A continuación, se expone una clasificación sencilla que consiste en cuatro grupos con sus respectivas subcategorías:

3.2.1.3.1. Ergonomía Física

Esta categoría es la más conocida, pues una parte se centra en la adecuación del entorno físico a la persona. Algunos autores la conocen también como ergonomía geométrica, ya que considera todos aquellos aspectos relacionados con el diseño del puesto de trabajo, tales como el área y altura del plano de trabajo, los elementos del mobiliario como sillas o mesas, espacios libres para un adecuado movimiento, el estudio de los elementos a manipular como mandos o herramientas manuales y los elementos a controlar como dispositivos visuales o auditivos, así como los dispositivos de seguridad asociados a las máquinas.

Es también responsable del estudio de la carga física, aplicación de fuerzas, manipulación de cargas, sobreesfuerzos, desplazamientos, posturas y movimientos repetitivos.

3.2.1.3.2. Ergonomía Cognitiva

Este tipo de ergonomía se encarga de la adecuación del entorno a las capacidades y necesidades psicológicas de las personas o usuarios. Algunos autores la conocen también como ergonomía psicológica, pues su enfoque se presenta en relación a la persona y el sistema de trabajo, explicando como la persona conoce y actúa bajo diferentes circunstancias; por ejemplo, al recibir estímulos del ambiente, adquirir órdenes de otras personas, retener información, resolver problemas, transmitir información, entre otros.

3.2.1.3.3. Ergonomía Organizacional

La particularidad de este tipo de ergonomía es que se centra en la relación sujeto – organización y no en el puesto de trabajo. Según Herrera y Salinas, esta se encuentra relacionada con las estructuras políticas, y la cultura de las organizaciones, en donde la organización del sistema de trabajo y las estructuras organizativas se adaptan a las carencias, capacidades y limitaciones del trabajador [22].

3.2.1.3.4. Ergonomía Ambiental

Esta ergonomía se enfoca en el estudio de la relación de los factores ambientales y su efecto en el estado de la salud y comodidad del individuo, valorando, por ejemplo: el nivel de ruido, la

luminosidad, la temperatura, ventilación y otros factores que pueden afectar el desempeño de las personas.

Es importante mencionar que la higiene y ergonomía ambiental no deben ser confundidas, pues el objetivo de la primera es el de proteger a los trabajadores de enfermedades profesionales, mientras que la segunda persigue obtener un bienestar ambiental manifestándose en el correcto desarrollo de las funciones físicas y biológicas de los trabajadores, garantizando un máximo nivel de rendimiento laboral.

3.2.1.4. Principales conceptos ergonómicos

En esta sección, se pretende clarificar los distintos conceptos utilizados dentro de la ergonomía para facilitar su desarrollo y comprensión. Conceptos tales como planos anatómicos y movimientos asociados a su representación gráfica.

3.2.1.4.1. Planos Anatómicos

Serrano y Torres, en su artículo Términos direccionales y planos anatómicos, mencionan que éstos representan un lenguaje universal de la anatomía humana, que permiten una comunicación precisa entre profesionales de la salud y anatomistas [23].

Los términos empleados para explicar los planos anatómicos se definen en base a una posición estándar denominada posición anatómica, que consiste en la posición del cuerpo con el individuo de pie, cumpliendo con los siguientes parámetros:

- La cabeza erguida, con la dirección de la mirada hacia el frente.
- Los brazos situados a los lados del cuerpo, con las palmas hacia delante y los pulgares apuntando lejos del cuerpo.
- Los pies ligeramente separados y paralelos entre sí, con los dedos apuntando hacia adelante.

Los planos anatómicos son cortes de superficies planas imaginarias que seccionan al cuerpo en su posición anatómica como lo muestra en la Figura 3.1. Los principales planos son los siguientes [24]:

- El **Plano Sagital**, también conocido como corte medio, atraviesa longitudinalmente al cuerpo, dividiéndolo en dos zonas iguales, una derecha y otra izquierda.

- El **Plano Frontal**, también conocido como corte coronal, es perpendicular al plano medio (ángulo de 90°) y sirve para dividir al cuerpo en dos zonas, una anterior y otra posterior.
- El **Plano Transversal**, también conocido como corte horizontal, es perpendicular al eje longitudinal mayor de cualquier elemento y sirve para dividir al cuerpo en dos zonas, una craneal o superior y otra caudal o inferior.

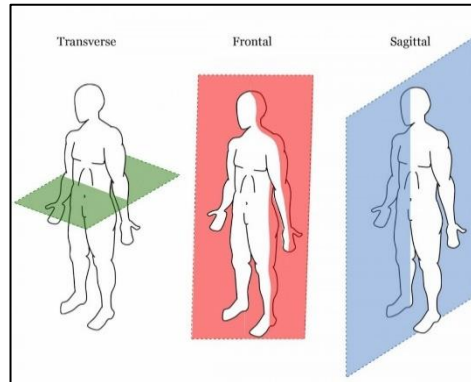


Figura 3.1. Planos anatómicos [24].

3.2.1.4.2. Movimientos Básicos

En segundo lugar, se citan los movimientos básicos realizados por el hombre y su representación gráfica en la Tabla 3.2.

3.2.2. La Soldadura

La Soldadura es el procedimiento mediante el cual se unen dos o más piezas metálicas, de forma indesarmable, con ayuda de fuentes de calor, presión o una combinación de ambas, utilizando o no material de aporte que puede tener la misma o diferente composición química que el material base. Por medio del calor, el material de aporte se funde y une las superficies a soldar, o bien el material de aporte puede ser el propio metal de las piezas.

Para una correcta soldadura, es necesario que el material de aportación impregne los metales que se van a unir, lo cual se verificará siempre que las fuerzas de adherencia entre las piezas a soldar y el metal de aportación sean mayores que las fuerzas de cohesión entre los átomos del material añadido.

Tabla 3.2. Movimientos Básicos [13], [14], [25]

Categoría	Movimiento	Descripción	Representación gráfica
Según el movimiento del antebrazo	Pronación	El movimiento consiste en hacer girar el antebrazo, de tal modo que la palma de la mano quede hacia abajo.	
Según el ángulo	Flexión	Este movimiento consiste en doblarse para disminuir el ángulo entre dos partes del cuerpo.	
	Extensión	Este movimiento consiste en enderezarse para aumentar el ángulo entre dos partes del cuerpo.	
Según el plano frontal	Abducción	Consiste en acercarse a la línea media del cuerpo, movimiento que se efectúa en el plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, que aproxima el segmento corporal comprometido a la línea media.	
	Aducción	Consiste en alejarse de la línea media del cuerpo, movimiento que se efectúa en el plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, el segmento corporal se aleja de la línea media.	
Según el tipo de compresión	Digital	Acción de presionar en forma plana con los dedos.	
	Palmar	Acción de presionar un objeto con la palma de la mano.	
Según el tipo de agarre	Prehensión	Los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.	
	Pinza	Acción de tomar un objeto con las puntas de los dedos opuestos.	
	Pinza palmar	Consiste en tomar un objeto con los dedos índice, mayor, anular y meñique.	

3.2.2.1. Normas de soldadura

- **API (American Petroleum Institute):** Establece criterios mínimos de calidad para la industria petrolera y sus sistemas de construcción para explotar, transportar, almacenar, etc [26].
- **AWS (American Welding Society):** Es el código de soldadura emitido por la Sociedad de Soldadura de Estados Unidos, puede ser usado con acero de carbono y de baja aleación.

Esta norma comprende la fabricación de estructuras; construcciones de puentes y edificios; especialmente de electrodos, alambres y fundentes para soldadura; así como estándares para calificación de soldadores y operarios, pruebas, inspección y en general todo lo relacionado con soldadura [26].

- **ASME (American Society Mechanicalengineer):** Este código de soldadura se aplica en la industria eléctrica para la fabricación de calderas y recipientes a presión; sectores industriales, incluso en la industria de energía nuclear.

Esta norma comprende el diseño, la fabricación e inspección de calderas y recipientes a presión, asegurará una larga vida de servicio útil, y la protección del personal que trabaje en su entorno [26].

3.2.2.2. Tipos de Soldadura

Joaquín González en su manual de acreditación sobre Soldadura OXIGÁS, clasifica a la soldadura según los materiales a fusionar en soldadura heterogénea y en soldadura homogénea. La primera consiste en unir piezas de diferente naturaleza, mientras que la segunda consiste en piezas de características similares.

Debido a que la soldadura homogénea es la más utilizada por la industria metalúrgica, la presente investigación se centrará únicamente en ésta. Este tipo de soldadura consiste en unir dos o más partes metálicas de las mismas características con o sin material de aporte, cuyas características deben ser similares a las del material base. Por ejemplo, la unión de dos piezas de acero al carbono como metal base con un hilo de características similares al acero al carbono. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay material de aporte, a este tipo de soldadura se lo conoce también como autógena [27].

3.2.2.2.1. Soldadura Oxiacetilénica

También conocida como soldadura de gas, es la más difundida dentro de la soldadura autógena. Consiste en la unión de metales sin que el aporte de material sea necesario, mediante una llama generada por la combustión de una mezcla de oxígeno (como comburente) y acetileno (como combustible). Estos gases se combinan en el soplete, donde se genera una llama caliente y altamente concentrada a una temperatura de $3.150\text{ }^{\circ}\text{C}$, que funde el metal base y permite la unión de las piezas de manera efectiva sin que el calor se propague. Entre los materiales que pueden ser soldados con esta técnica, se destacan el acero, cobre, latón, magnesio, aluminio, fundiciones y sus respectivas aleaciones. En la Figura 3.2 se muestra a uno de los trabajadores de la planta realizar un cordón de suelda con este tipo de soldadura.



Figura 3.2. Soldadura Oxiacetilénica

3.2.2.2.2. Soldadura MIG

La soldadura MIG (Metal Inert Gas) Figura 3.3, es otro método de soldadura por arco. Al igual que la soldadura TIG, se utiliza un gas inerte como gas de protección, pero la soldadura MIG es un tipo de soldadura con electrodos consumibles que utiliza un electrodo de descarga que se funde durante la soldadura [28].

Este proceso se utiliza generalmente para unir piezas de acero inoxidable o aleaciones de aluminio. Se debe utilizar un tipo de gas de protección apropiado en función del metal que se vaya a soldar.

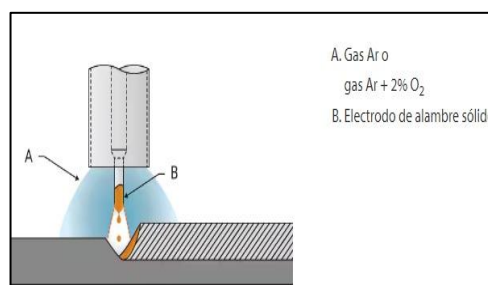


Figura 3.3. Soldadura MIG [28]

3.2.2.2.3. Soldadura por Arco Eléctrico

La soldadura con arco eléctrico, mostrada en la Figura 3.4, es la más común dentro del entorno industrial debido en gran parte a su relativa simpleza y portabilidad; al igual que la soldadura oxiacetilénica, requiere de mucha práctica por parte del operario para calificarse en este ámbito. Soldar con arco es el proceso de unir dos o más piezas con calor generado eléctricamente mediante transformadores o rectificadores, que permiten modificar la corriente de la red de distribución, en una corriente tanto alterna como continua de tensión más baja, ajustando la intensidad según las características del trabajo a efectuar.

Para el procedimiento de esta soldadura es necesario contar con calor y material de aporte (electrodo). El calor es generado mediante un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza a soldar (masa), en donde a cada valor de intensidad de corriente, le corresponde un determinado valor de tensión según su longitud. Esta relación intensidad/tensión determina la característica del arco [29].



Figura 3.4. Soldadura por Arco Eléctrico [29]

3.2.2.2.4. Soldadura MAG

La soldadura MAG (Metal Active Gas) Figura 3.5, es un tipo de soldadura por arco que utiliza un gas activo (dióxido de carbono [CO₂] o una mezcla de gas de argón y CO₂). El proceso también se denomina soldadura por arco de CO₂ o soldadura de CO₂. En este tipo de soldadura, la alimentación de hilo se hace de manera automática mediante un sistema de rodillos, que se pone en marcha cuando el soldador acciona el gatillo de la torcha o pistola de soldadura. Este proceso se utiliza generalmente para la soldadura automática o semiautomática de metales ferrosos. No es adecuado para metales no ferrosos, como el aluminio, debido a la reacción química del CO₂ [28].



Figura 3.5. Soldadura MAG [28]

3.2.2.2.5. Soldadura GTAW

La soldadura GTAW, también conocida como soldadura TIG o soldadura por arco de tungsteno con gas, es un proceso de soldadura en el cual se utiliza un arco entre el electrodo de tungsteno y el punto de soldadura como se muestra en la Figura 3.6. Es un proceso en el cual se utiliza la protección de gas sin que se aplique presión. Los electrodos de tungsteno se clasifican en función de su composición química. Los requisitos para los electrodos de tungsteno se dan en la última edición, ANSI-AWS AS.12 sobre la especificación para el electrodo de aleación de tungsteno y tungsteno para soldadura por arco [28].

En este tipo de soldadura se puede utilizar o no el metal de relleno, lo que ha hecho que la soldadura GTAW se convierta en una herramienta indispensable para una variedad de industrias.

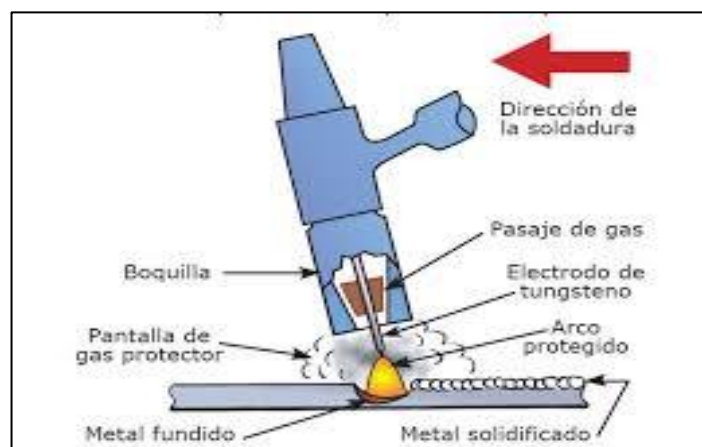


Figura 3.6. Soldadura GTAW

3.2.3. Riesgo ergonómico en los trabajos de soldadura

3.2.3.1. Definición de Riesgo

La palabra riesgo en general, es muy utilizada en contextos técnicos, con diferentes significados lo que conlleva a malas interpretaciones. La RAE define al riesgo como una contingencia o proximidad de un daño. La definición ampliamente aceptada de riesgo a la salud, se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso para la salud humana como resultado de la exposición (contacto) a un peligro proveniente de una sustancia química, de un agente físico o biológico. Por lo tanto, el riesgo tiene que ver con la probabilidad de que se produzca una alteración o daño cuando hay exposición (o contacto) a un agente o condición peligrosa [30].

Por otro lado, el peligro es la fuente, situación o acto con potencial de causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones. Cuando algo es considerado peligroso, es porque tiene la capacidad de hacerle daño a las personas, bienes o al entorno. Por otro lado, el riesgo se entiende como la probabilidad de que se materialice ese peligro.

La gran diferencia es que el peligro es parte de nuestro día a día, mientras que el riesgo es el resultado de no tomar las medidas necesarias para minimizarlo. Un ejemplo para entender estos conceptos de manera eficaz es imaginar un piso mojado, el peligro está presente; Sin embargo, si no se soluciona esta situación, existe el riesgo de que una persona resbale y sufra algún daño [31].

3.2.3.2. Factores de Riesgo

3.2.3.2.1. Factores Físicos o Biomecánicos

a) Trabajo estático o dinámico

El trabajo estático se da con una contracción muscular continua, que se mantiene durante un periodo de tiempo determinado. A un mayor ángulo articular, menor es el tiempo que se debe mantener la postura. Por otro lado, cuando hay una sucesión periódica de contracciones y relajaciones de los músculos de corta duración, se habla de trabajo dinámico.

b) Postura forzada

Se considera postura forzada cuando presenta alguna de las siguientes características:

- Se mantiene en el tiempo.

- Se mantiene en los límites de la articulación.
- Si se lucha contra de la gravedad.
- Se repite con frecuencia.
- Estructuras anatómicas trabajando de manera inapropiada.

Los problemas asociados a las malas posturas se agravan cuando es necesario aplicar alguna fuerza. La aplicación de fuerza se torna difícil cuando se está en una mala postura, provocando molestias más rápidamente.

c) Movimiento repetitivo

Involucra todos aquellos movimientos realizados de manera continua en donde interactúan los músculos, huesos, articulaciones y nervios de una parte específica del cuerpo. Normalmente estos movimientos tienen una corta duración y se repiten de manera similar durante un periodo de tiempo prolongado.

d) Manejo manual de cargas

Es toda manipulación en donde se realizan acciones de empuje, arrastre, y en general, transporte de objetos pesados utilizando el esfuerzo humano. La forma más eficaz de reducir las lesiones en el trabajo es la eliminación del manejo manual de cargas; Sin embargo, si no existe la posibilidad de hacerlo, se recomienda proponer técnicas de manejo seguro de cargas.

Es importante tener en cuenta que el peso es uno de los factores que inciden en el riesgo ergonómico y que depende en gran medida de la capacidad física de las personas. En promedio, la capacidad de las mujeres para levantar pesos es un 45-60% menor con respecto a los hombres.

e) Vibraciones mecánicas

Son transmitidas por la manipulación de máquinas o herramientas, ya sea de pie o por las manos. La vibración transmitida a las extremidades superiores provoca problemas vasculares como la reducción del flujo sanguíneo, huesos, articulaciones, músculos y nervios. Se considera riesgo cuando las extremidades superiores están expuestas a vibraciones en el rango de los 5 a los 1.000 Hz. La vibración transmitida a las extremidades inferiores provoca problemas en la espalda (lumbalgias y lesiones de la

columna vertebral). Se considera que existe riesgo cuando el cuerpo está expuesto a vibraciones en el rango de los 1 a 80 Hz.

3.2.3.2.2. *Factores Psicosociales y de Organización*

Los factores psicosociales en el trabajo están directamente relacionados con su organización y consisten en interacciones entre el trabajo, su medio ambiente y la satisfacción del personal. Algunos de los factores psicosociales que agravan las condiciones ergonómicas del puesto son:

- Variedad de tareas
- Falta de control sobre la tarea
- Ritmo de trabajo elevado
- Jornadas prolongadas
- Falta de periodos de descanso

3.2.3.2.3. *Otros factores*

- **Condiciones ambientales**

Variables como la temperatura, humedad, iluminación y ruido influyen directamente en el bienestar ergonómico. Por ejemplo, tener las manos frías se traduce en pérdida de la destreza y fuerza, o un déficit de iluminación puede obligar al trabajador a adoptar posturas forzadas que le permitan ver mejor.

- **Condiciones de trabajo**

Existen situaciones peligrosas que pueden darse en el puesto de trabajo, como maquinaria defectuosa, superficies resbaladizas, contactos eléctricos, energía radiante, espacios reducidos, EPP incómodos, entre muchos más. Todos ellos pueden complicar las condiciones ergonómicas. Por ejemplo: utilizar guantes inadecuados reduce la destreza y sensibilidad, precisando ejercer una mayor fuerza.

- **Variabes individuales**

En estas variables se debe considerar la edad del trabajador, sexo, formación recibida en salud laboral y sobre el proceso de trabajo, experiencia laboral, estado de salud, dimensiones corporales, entre otros.

3.2.3.3. Evaluación del riesgo ergonómico en la soldadura

Se ha podido ver en el apartado de las áreas de la ergonomía, lo amplia que es ésta y la cantidad de factores de riesgo que deberán ser considerados. Todo ello conduce a la idea de que la evaluación ergonómica no es un proceso sencillo.

Además, se ha señalado anteriormente la necesidad de una visión holística de la persona y de su relación con el medio. Esto quiere decir que el ergónomo será el responsable de recoger toda la información posible del puesto de trabajo, identificar los riesgos que presenta y seleccionar entre los distintos métodos aquellos que considere más adecuados para minimizar el riesgo en ese puesto de trabajo en concreto.

El objetivo de evaluar el riesgo ergonómico en el entorno laboral es optimizar la productividad de los trabajadores y del sistema de producción, al diseñar productos y trabajos que se adapten a las personas. Por ello, es necesario realizar evaluaciones y análisis ergonómicos de los puestos de trabajo para tener una visión de la situación de trabajo y garantizar condiciones de trabajo seguras para la población trabajadora [32].

Para realizar una correcta evaluación de riesgos ergonómicos, se debe tener en cuenta los siguientes niveles o etapas:

- **Nivel básico**

Se toman en cuenta los primeros síntomas de lesiones musculoesqueléticas, esto se realiza bajo el supuesto de que pueden existir factores de riesgo que estén afectando al trabajador.

- **Nivel avanzado**

En esta etapa se procede a realizar un estudio de la magnitud de los riesgos previamente detectados mediante las diferentes técnicas o modelos de evaluación de riesgos.

3.2.3.3.1. *Identificación de los riesgos ergonómicos*

Para identificar la existencia de riesgos ergonómicos existen diversos enfoques que pueden ser abordados. Sin embargo, el método utilizado depende del nivel de análisis, es decir, discernir si se va a evaluar un puesto o a toda la empresa.

Entre los ejemplos más utilizados para identificar los riesgos ergonómicos se incluyen:

- **Entrevistas**

Preguntas realizadas a los trabajadores y/o supervisores acerca del proceso de trabajo, preguntas tales como: ¿Qué?, ¿Cómo? Y ¿Por qué?, que pueden revelar la existencia de factores de riesgo. Además, se deben realizar preguntas relacionadas con el método de trabajo como ¿Es difícil desempeñar el trabajo?

- **Análisis de los puestos**

Una vez identificado el proceso, el puesto y espacios de trabajo deben observarse para detectar la presencia de condiciones de riesgo.

- **Análisis de la investigación de los síntomas**

Se debe recabar información sobre el tipo, localización, duración y exacerbación de los síntomas de condiciones asociadas a factores de riesgo ergonómico, como dolor de cuello, hombros, codos y muñeca.

- **Consulta de bajas asociadas a sobreesfuerzos**

Frecuencia e incidencia de lesiones de trauma acumulativo.

3.2.3.3.2. *Método RULA*

Este método fue desarrollado en 1993 por los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham. Su objetivo es evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo.

Para aplicar este método es necesario observar la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. Seguido, se deben tomar las mediciones angulares que forman los diferentes miembros del cuerpo. Para realizar estas mediciones se recomienda apoyarse de dispositivos como cámaras para realizar fotografías y posteriormente realizar mediciones utilizando diferentes herramientas de software, como por ejemplo GeoGebra [33].

Este método divide al cuerpo en dos grupos, el grupo A lo conforman los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, comprende el cuello, el tronco y las piernas. Posteriormente, asigna puntuaciones globales a los dos grupos, mismas que son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, además de la fuerza aplicada durante la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de los valores globales modificados [12].

Entre las principales limitaciones de este método, se destacan que únicamente aplica para posturas individuales y no para secuencias de posturas, y que no considera otros factores de riesgo ergonómicos relevantes como la velocidad, duración, número de pausas, ni los factores organizacionales.

El procedimiento para aplicar el método RULA se resume en los siguientes pasos:

- Determinar los ciclos de trabajo.
- Seleccionar las posturas a evaluar.
- Determinar para cada postura si se evaluará el lado derecho o izquierdo del cuerpo.
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo.
- Calcular la puntuación final y el Nivel de Actuación para determinar la existencia de riesgos.
- Determinar en dónde es necesario aplicar correcciones.
- Introducir cambios para mejorar la postura, y si es necesario, rediseñar el puesto de trabajo.
- Evaluar nuevamente para comprobar la efectividad de la mejora.

3.2.3.3.3. Método REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) o Evaluación rápida de todo el cuerpo, es una herramienta para analizar posturas forzadas desarrollada por los ingleses Sue Hignett y Lynn McAtmney, y publicada en el año 2022. Incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción entre el individuo y la carga, así como un nuevo enfoque que considera la gravedad asistida para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores, o sea, la ayuda que puede suponer la propia gravedad para mantener la postura del brazo [34].

El objetivo del método es desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculoesqueléticos en diferentes tareas, mediante:

- Requerir solamente de lápiz y papel.
- Incluir una variable de agarre para evaluar el acoplamiento de la mano con la carga.
- Dividir al cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente.
- Proveer un sistema de puntuación para la actividad muscular.
- Asignar un nivel de acción según la puntuación final para priorizar las medidas correctivas.

3.2.3.3.4. *Información y Capacitación*

La capacitación efectiva tiene un papel muy importante en la reducción de lesiones por manipulación manual, siendo también un complemento a un sistema de trabajo seguro. Para que la capacitación se efectiva, esta deberá reforzarse a intervalos regulares.

Dentro de un programa de capacitación se pueden incluir los siguientes elementos:

- Reconocer operaciones de manipulación potencialmente peligrosas.
- El uso adecuado de elementos auxiliares de manipulación y elementos de protección personal.
- Técnicas de manipulación.

Algunos elementos a incluir dentro de un programa de capacitación son las técnicas adecuadas de levantamiento y ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de los músculos de la espalda. Adicional a esto, es necesario mantener informado a los trabajadores sobre sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales, que según el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo son las siguientes:

- Cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad y salud en el trabajo.
- Usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo.
- No operar o manipular equipos, maquinarias, herramientas u otros elementos para los cuales no hayan sido autorizados.
- Informará sus superiores jerárquicos directos acerca de cualquier situación de trabajo que a su juicio entrañe, por motivos razonables, un peligro para la vida o la salud de los trabajadores, así como cualquier dolencia que sufran y que se haya originado como consecuencia de las labores que realizan o de las condiciones y ambiente son trabajo.
- Cooperar y participar en el proceso de investigación de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.
- Velar por el cuidado integral de su salud física y mental, así como por el de los demás trabajadores que dependan de ellos.

3.2.4. Trastornos Musculoesqueléticos

Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, los factores de riesgo ergonómico son el conjunto de atributos del puesto o la tarea, que contribuyen en el aumento

de la probabilidad de que un sujeto, expuesto a ellos, desarrolle una lesión en su trabajo, como lo son los TME (Trastornos Musculoesqueléticos), que pueden provocar desde pequeñas molestias hasta enfermedades más graves que requieren baja por enfermedad o tratamiento médico [35].

De igual manera, García y Sánchez aportan a este concepto, definiendo a los TME como lesiones asociadas al aparato locomotor, que provocan alteraciones físicas y funcionales de las articulaciones u otros tejidos como pueden ser los músculos, tendones, ligamentos, nervios y otras estructuras. Además, mencionan que los síntomas varían desde molestias y dolores leves que se relacionan con inflamación, disminución o pérdida de fuerza muscular hasta limitación funcional del segmento afectado [35].

La mayoría de los TME relacionados con el trabajo son de tipo acumulativos, es decir, resultan de la exposición repetida a cargas de baja o alta intensidad durante un largo período de tiempo. Los síntomas relacionados con la aparición de alteraciones musculoesqueléticas usualmente incluyen dolor articular o muscular, pérdida de fuerza, disminución de la sensibilidad y sensación de hormigueo [36].






Los sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos son algunos de los factores que pueden incrementar el riesgo de un trastorno musculoesquelético, en donde se pueden distinguir tres etapas:

- Sensación de dolor y cansancio durante la jornada laboral, que mejora fuera de esta, durante la noche o fines de semana.
- Síntomas que no desaparecen por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo.
- Síntomas persistentes durante el descanso, que dificultan incluso la ejecución de las tareas más triviales.

3.2.4.1. Principales Trastornos Musculoesqueléticos

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo agrupa los TME de la siguiente manera [37] descrita en Tabla 3.3:

Tabla 3.3. Principales Trastornos Musculoesqueléticos.

Trastorno	Síntomas	Causas	Pictograma	Lesiones
Espalda	Dolencia en la parte baja o extendida hacia las piernas	<ul style="list-style-type: none"> Alzar, colocar, soportar, empujar o jalar cargas pesadas Tensión nerviosa, estrés 		<ul style="list-style-type: none"> Hernias y lesiones discales Lumbalgias Ciática Dolor muscular Distensión muscular
Cuello	Dolor, rigidez, entumecimiento, hormigueo, durante o después de la jornada	<ul style="list-style-type: none"> Conservar la cabeza en una misma postura Actividades repetitivas Rigidez durante la jornada 		<ul style="list-style-type: none"> Dolor Espasmo muscular Lesiones discales
Hombros	Sentir a diario dolor o rigidez en los hombros, incluso por la noche	<ul style="list-style-type: none"> Actividades repetitivas con los brazos Composturas forzadas de brazos: brazos flexionados hacia atrás o demasiado elevados 		<ul style="list-style-type: none"> Tendinitis Periartritis Bursitis
Codos	Dolor diario en el codo, aun sin moverlo	<ul style="list-style-type: none"> Actividades repetitivas con los brazos que exigen a su vez realizar fuerza con las manos 		<ul style="list-style-type: none"> Codo de tenis Epicondilitis
Muñecas	Dolor que puede extenderse por el antebrazo, acompañado de hormigueo y adormecimiento de los dedos	<ul style="list-style-type: none"> Actividades manuales repetitivas aplicando fuerza con la mano o dedos 		<ul style="list-style-type: none"> Síndrome de túnel carpiano Tendinitis Entumecimiento Distensión

4. METODOLOGÍA

4.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN MIXTA

Los métodos mixtos se pueden aplicar de diferentes maneras. En algunos casos, se empieza con la recolección de datos cuantitativos antes de pasar a los cualitativos, mientras que, en otros, el enfoque cualitativo es el primero. También es posible que ambos enfoques se desarrollen al mismo tiempo o en paralelo, o incluso que se integren desde el inicio y a lo largo de toda la investigación. Además, esta metodología utiliza diversos tipos de datos, como numéricos, verbales, textuales, visuales y simbólicos, para abordar problemas en las ciencias [38]. Con lo anterior, se entiende que la metodología mixta permite una comprensión más completa y profunda de los riesgos ergonómicos en el entorno laboral de la empresa SEDEMI. Al recopilar datos cuantitativos, como mediciones ergonómicas y estadísticas de incidentes, se obtiene una evaluación objetiva de los factores de riesgo. Paralelamente, el enfoque cualitativo ofrece perspectivas subjetivas a través de observaciones e investigaciones de campo, capturando las experiencias y percepciones de los trabajadores. Esta combinación de métodos proporciona una visión integral que no solo identifica los riesgos, sino que también sugiere recomendaciones informadas para mejorar las condiciones ergonómicas y optimizar el bienestar de los empleados en SEDEMI.

4.2. TÉCNICA E INSTRUMENTO

4.2.1. Técnicas

4.2.1.1. Observación de campo

En la presente investigación, la observación jugó un papel crucial al permitir analizar detalladamente cada acción llevada a cabo por los trabajadores en el proceso operativo de armado y soldadura. Esta meticulosa observación proporcionó información valiosa que fue posteriormente analizada para obtener los resultados.

4.2.1.2. Evaluación de riesgos

Al evaluar los riesgos, se podrá determinar la probabilidad de que estos ocurran y el impacto que pueden tener en los trabajadores que se encuentran expuestos a ellos. Este proceso es esencial para identificar y mitigar posibles peligros en el entorno laboral.

4.2.1.3. Método de evaluación ergonómica

Este proceso facilita la identificación y evaluación de los riesgos ergonómicos presentes en la empresa, con el propósito de mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores en el ámbito laboral. Los métodos específicos que se aplicarán incluyen técnicas como REBA y RULA, diseñadas para analizar y abordar eficazmente las condiciones ergonómicas en diferentes entornos de trabajo.

4.2.1.3.1. Método REBA

En el ámbito de la ergonomía laboral, se reconoce ampliamente que adoptar posturas inadecuadas durante el trabajo puede generar fatiga y problemas de salud a largo plazo. La excesiva carga postural está estrechamente relacionada con trastornos músculo-esqueléticos. Por ello, la evaluación y reducción de esta carga son medidas fundamentales para mejorar los puestos de trabajo. El método REBA es una herramienta útil para evaluar y prevenir lesiones relacionadas con la postura en entornos laborales, proporcionando recomendaciones para acciones correctivas según la urgencia de la situación [25]. REBA divide el cuerpo en dos grupos: el Grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello; y el Grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas), tal como se muestra en la Figura 4.1. Mediante las tablas asociadas al método, , en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.



Figura 4.1. Método REBA. División del cuerpo humano [32]

4.2.1.3.2. Hoja de campo método REBA

En la hoja de campo del método REBA Figura 4.2 se evalúan las posturas mediante puntuaciones que se asignan con respecto a los ángulos que se midan mediante software o ilustraciones de los trabajadores.

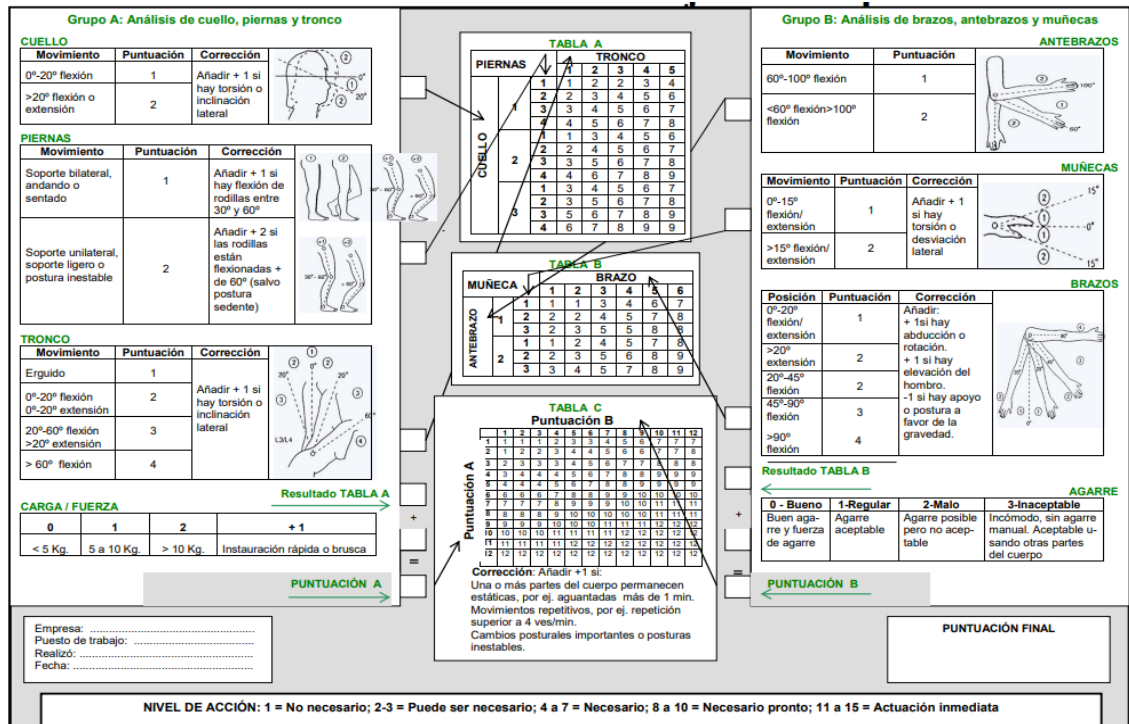
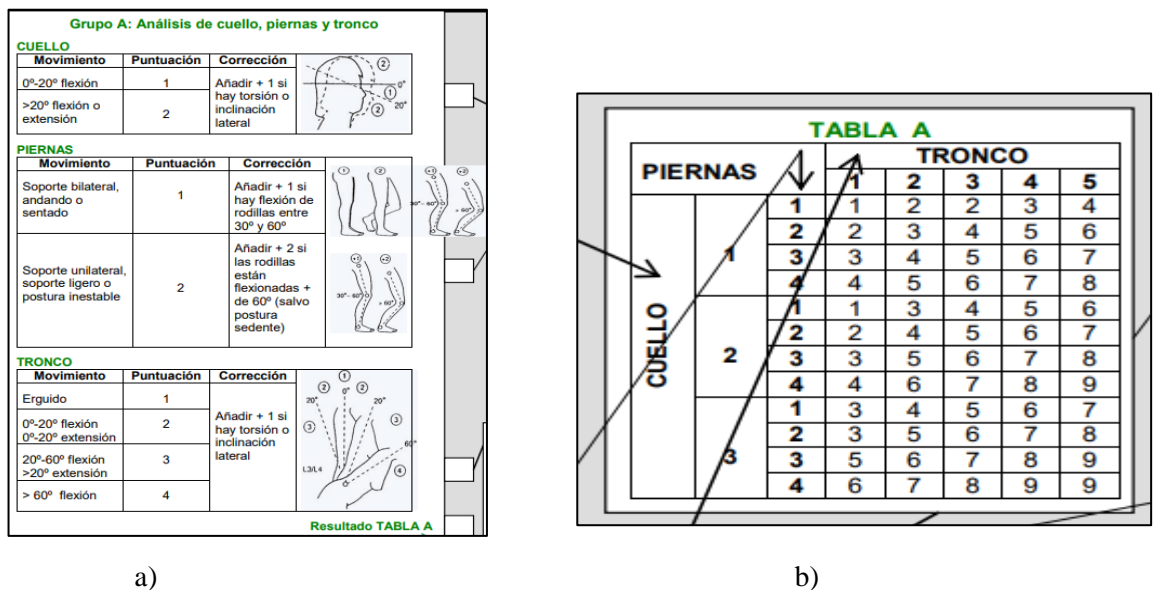


Figura 4.2. Hoja de campo método REBA [39]

A continuación de describe la forma de evaluar al trabajador con este método:

En primera instancia, se califica las partes del cuerpo que pertenecen al Grupo A que son: cuello, piernas y tronco, a los cuales se asignan las puntuaciones correspondientes. Estas puntuaciones se muestran en la Figura 4.3 donde se observan puntajes que van desde el nivel 1 como menor valoración y 9 siendo el nivel más alto.



Una vez obtenido el puntaje de la Tabla A, se otorgan valoraciones según la carga o fuerza ejercida y esta será sumada al primer puntaje como se muestra en la Figura 4.4 dando el total de la puntuación del Grupo A.

CARGA / FUERZA				Resultado TABLA A →	
0	1	2	+ 1		+
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca		
				PUNTUACIÓN A →	
					=

Figura 4.4. Tabla de carga/fuerza Grupo A método RULA

De la misma forma para el Grupo B, se miden los ángulos que forma el cuerpo durante sus actividades laborales. Estos son: antebrazos, muñeca y brazos, es decir, extremidades superiores. Al igual que en el Grupo A, se realizan los mismos pasos, asignando puntuaciones según la hoja de campo y ubicándolas en la Figura 4.5 correspondiente a la Tabla B según las valoraciones de los ángulos medidos siendo 1 el valor mínimo y 4 el valor máximo en el caso de los brazos.

Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas		
ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
<60° flexión >100° flexión	2	
MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	
BRAZOS		
Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir: + 1 si hay abducción o rotación. + 1 si hay elevación del hombro.
>20° extensión	2	
20°-45° flexión	2	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
45°-90° flexión	3	
>90° flexión	4	
Resultado TABLA B		

		TABLA B						
		MUÑECA	BRAZO					
			1	2	3	4	5	6
ANTEBRAZO	1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	2	4	5	7	8
	3	3	2	3	5	5	8	8
		2	1	1	2	4	5	7
		3	2	2	3	5	6	8
		4	3	3	4	5	7	8

a)

b)

Figura 4.5. Tabla de puntuación Grupo B método REBA [39]

En la Figura 4.6 se observa la tabla de agarre donde, según el caso analizado y el puntaje asignado, se sumará al puntaje de la Tabla B dando el total del Grupo B del método REBA.

Resultado TABLA B			
←			AGARRE
0 - Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo
Puntuación B			
←			

Figura 4.6. Tabla de agarre puntuación final Grupo B método REBA [39]

Finalmente, y con las valoraciones finales del Grupo A y B, se colocan en la Tabla C que será la que genere la puntuación final de este método como se observa en la Figura 4.7.

TABLA C												
Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	7	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Corrección: Añadir +1 si:
 Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
 Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 ves/min.
 Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Figura 4.7. Tabla de asignación de puntaje final método REBA

4.2.1.3.3. Método RULA

Este método analiza la relación entre exposición a determinadas posturas, la fuerza necesaria y el tipo de actividad muscular empleada con respecto al riesgo de lesión producido por las mismas. Fue desarrollado para entregar una evaluación rápida de los esfuerzos a los que son sometidos los miembros superiores del aparato musculoesquelético de los trabajadores debido a postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen. en la Figura 4.8 se observa la división del cuerpo para este método.



Figura 4.8. Método RULA. División del cuerpo humano [32]

4.2.1.3.4. Hoja de campo método RULA

En la hoja de campo RULA **Figura 4.14** se observa la manera de evaluar las posturas mediante los ángulos que se adoptan durante las labores. Al igual que con el método REBA, divide el cuerpo en Grupo A y Grupo B.

A continuación describe la forma de evaluar al trabajador con este método:

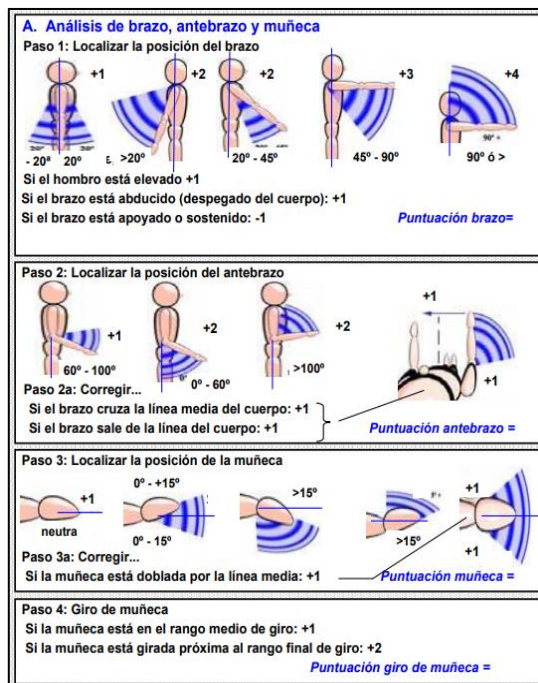


Tabla A

Brazo	Ante brazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro muñeca	Giro muñeca	Giro muñeca	Giro muñeca	Giro muñeca	Giro muñeca	Giro muñeca	Giro muñeca
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	3	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	5	5	5	5
	2	4	4	4	5	5	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

a)

b)

Figura 4.9. Tabla de puntuación Grupo A método RULA [33]

Se comienza evaluando las posturas del Grupo A correspondiente a brazo, antebrazo y muñeca con puntuaciones que van desde +1 hasta +4 en caso de la puntuación de los brazos. En la Figura 4.9 parte b) se observa el método evaluativo donde el primer puntaje lo recibe el brazo, seguido del antebrazo y muñeca como última instancia; para la valoración de la posición de la muñeca se toma en cuenta el giro que esta realiza y se coloca la puntuación según la postura del trabajador.

En la siguiente Figura 4.10 se describen los pasos para completar la evaluación del Grupo A donde se describe la utilización muscular, la cual corresponde a posiciones estáticas o acciones repetitivas donde se suma el valor de 1 en caso afirmativo de estas acciones y el índice de carga o fuerza ejercida durante el trabajo realizado con puntuaciones que van desde 0 hasta +3 en un caso extremo donde interactúa el peso del objeto y la repetitividad del mismo con el cuerpo del trabajador.

Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A <i>Puntuación postural A =</i>	
Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1 <i>Puntuación muscular =</i>	+
Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3 <i>Puntuación fuerza/carga =</i>	+
Paso 8: Localizar fila en Tabla C Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7 <i>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =</i>	=

Figura 4.10. Ilustración de carga/fuerza, utilización muscular y puntuación final Grupo A método RULA [33]

Para el Grupo B correspondiente a tronco, cuello y piernas se evalúan de igual forma los ángulos y se los coloca según las puntuaciones obtenidas dentro de la Tabla B como se evidencia en la Figura 4.11. En primer lugar, se coloca la puntuación para cuello, segundo de tronco y tercero de las piernas; este último se evalúa según el equilibrio del trabajador ya sea que este apoyado sobre sus dos pies o no.

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Paso 9: Localizar la posición del cuello

0°-10° +1
 10°-20°
 >20°
 Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1
 en extensión, cualquier ángulo
 = *Puntuación cuello*

Paso 10: Localizar la posición del tronco

-20° sentado +1 parado o sentado, tronco erecto
 0°
 0°
 20° +2
 20° - 60° +3
 +4
 >60°
 Paso 10a: Corregir...
 Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1
 = *Puntuación tronco*

Paso 11:

+1
 +2
 Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1
 Si no: +2
 = *Puntuación piernas*

Tabla B

	Tronco													
	Cuello		1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

Figura 4.11. Tabla de puntuación Grupo B método RULA [33]

Se evidencia en la Figura 4.12 los últimos pasos para evaluar al trabajador sumando los valores obtenidos en la Tabla B (Figura 4.11) y adicionando los factores de utilización postural (estática o repetitiva) y el índice de carga o fuerza evaluada como en la Figura 4.10.

	Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B = Puntuación postural B
+	Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1 = Puntuación uso muscular
+	Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3 = Puntuación fuerza/carga
=	Paso 15: Localizar columna en Tabla C Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14 = Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo

Figura 4.12. Ilustración de carga/fuerza, utilización muscular y puntuación final Grupo B método RULA [33]

Las calificaciones obtenidas en los Grupos A y B serán colocadas en la Figura 4.9 donde la columna inicial corresponderá al Grupo A y la fila inicial al Grupo B, concretando así la evaluación con el método RULA. Con este resultado se determinará el nivel de riesgo

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Figura 4.13. Tabla de asignación de puntaje final método RULA [33]

<p>A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca</p> <p>Paso 1: Localizar la posición del brazo Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A = Puntuación postural A</p> <p>Paso 2: Localizar la posición del antebrazo Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1 Si el brazo sale de la línea media del cuerpo: +1 = Puntuación antebrazo</p> <p>Paso 3: Localizar la posición de la muñeca Si la muñeca está doblada por la línea media: +1 = Puntuación muñeca</p> <p>Paso 4: Giro de muñeca Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2 = Puntuación giro de muñeca</p> <p>Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A = Puntuación postural A</p> <p>Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1 = Puntuación uso muscular</p> <p>Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3 = Puntuación fuerza/carga</p> <p>Paso 8: Localizar fila en Tabla C Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7 = Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo</p>	<p>B. Análisis de cuello, tronco y piernas</p> <p>Paso 9: Localizar la posición del cuello Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1 = Puntuación cuello</p> <p>Paso 10: Localizar la posición del tronco +1 parado o sentado, tronco erecto +2 20° +3 30° +4 40° +5 50° +6 60° = Puntuación tronco</p> <p>Paso 11: Corregir Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1 = Puntuación tronco</p> <p>Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B = Puntuación postural B</p> <p>Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1 = Puntuación uso muscular</p> <p>Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3 = Puntuación fuerza/carga</p> <p>Paso 15: Localizar columna en Tabla C Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14 = Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo</p>																																																																																																																																																																																																						
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Puntuación Tabla A</caption> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="4">Muñeca</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Brazo</td> <td>Antebrazo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>21</td> <td>21</td> <td>21</td> <td>21</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>26</td> <td>26</td> <td>26</td> <td>26</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>27</td> <td>27</td> <td>27</td> <td>27</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>28</td> <td>28</td> <td>28</td> <td>28</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>29</td> <td>29</td> <td>29</td> <td>29</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> </table> </table>			Muñeca						1	2	3	4	Brazo	Antebrazo					1	1	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	30	30	30	30	30	30	<p>Referencias: Observador: Firma:</p> <p>Puntuación Final: 1 ó 2: Aceptable; 3 ó 4: Ampliar el estudio; 5 ó 6: Ampliar el estudio y modificar pronto; 7: estudiar y modificar inmediatamente</p>
		Muñeca																																																																																																																																																																																																					
		1	2	3	4																																																																																																																																																																																																		
Brazo	Antebrazo																																																																																																																																																																																																						
1	1	1	2	2	3																																																																																																																																																																																																		
2	2	2	3	3	3																																																																																																																																																																																																		
3	3	3	3	3	4																																																																																																																																																																																																		
4	4	4	4	4	4																																																																																																																																																																																																		
5	5	5	5	5	5																																																																																																																																																																																																		
6	6	6	6	6	6																																																																																																																																																																																																		
7	7	7	7	7	7																																																																																																																																																																																																		
8	8	8	8	8	8																																																																																																																																																																																																		
9	9	9	9	9	9																																																																																																																																																																																																		
10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																		
11	11	11	11	11	11																																																																																																																																																																																																		
12	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																																		
13	13	13	13	13	13																																																																																																																																																																																																		
14	14	14	14	14	14																																																																																																																																																																																																		
15	15	15	15	15	15																																																																																																																																																																																																		
16	16	16	16	16	16																																																																																																																																																																																																		
17	17	17	17	17	17																																																																																																																																																																																																		
18	18	18	18	18	18																																																																																																																																																																																																		
19	19	19	19	19	19																																																																																																																																																																																																		
20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																		
21	21	21	21	21	21																																																																																																																																																																																																		
22	22	22	22	22	22																																																																																																																																																																																																		
23	23	23	23	23	23																																																																																																																																																																																																		
24	24	24	24	24	24																																																																																																																																																																																																		
25	25	25	25	25	25																																																																																																																																																																																																		
26	26	26	26	26	26																																																																																																																																																																																																		
27	27	27	27	27	27																																																																																																																																																																																																		
28	28	28	28	28	28																																																																																																																																																																																																		
29	29	29	29	29	29																																																																																																																																																																																																		
30	30	30	30	30	30																																																																																																																																																																																																		

Figura 4.14. Hoja de campo metodo RULA[33]

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Objetivo Específico 1

Identificar los riesgos ergonómicos a los cuales están expuestos los colaboradores del área de armado y soldadura al momento de desarrollar sus actividades.

5.1.2. Actividades

Se identifican y analizan las malas posturas que adopta en operador dentro del área de trabajo.

5.1.2.1. RESEÑA Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La empresa SEDEMI S.C.C inicio sus labores en 1983, es una empresa ecuatoriana que comenzó sus actividades en un pequeño galpón como se puede observar en Figura 5.1 ubicado detrás del destacamento de Policía de Sangolquí por el sector el redondel del “Choclo” en sus inicios presto sus servicios en Mecánica Industrial y durante 25 años realizo trabajos relacionados con el sector eléctrico fabricando torres y herrajes eléctricos.



Figura 5.1. Inicios de la empresa SEDEMI

En 1999 se constituye legalmente como SEDEMI S.C.C (SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJES) en la actualidad se encuentra ubicado en el cantón Rumiñahui, km 4 ½ vía a Amaguaña urbanización el Carmen, cuenta con dos galpones industriales para la Fabricación de estructuras metálicas y un galpón para la planta de Galvanizado en caliente, dos bloques de oficinas y bodegas, tiene un área de construcción total aproximada de 6000 m² de construcción, tienen una capacidad de producción de 800 ton/mes de estructura pesada dedicada a brindar soluciones en el sector de infraestructura, telecomunicaciones, petróleo y gas, y un stock de productos metálicos de catálogo.

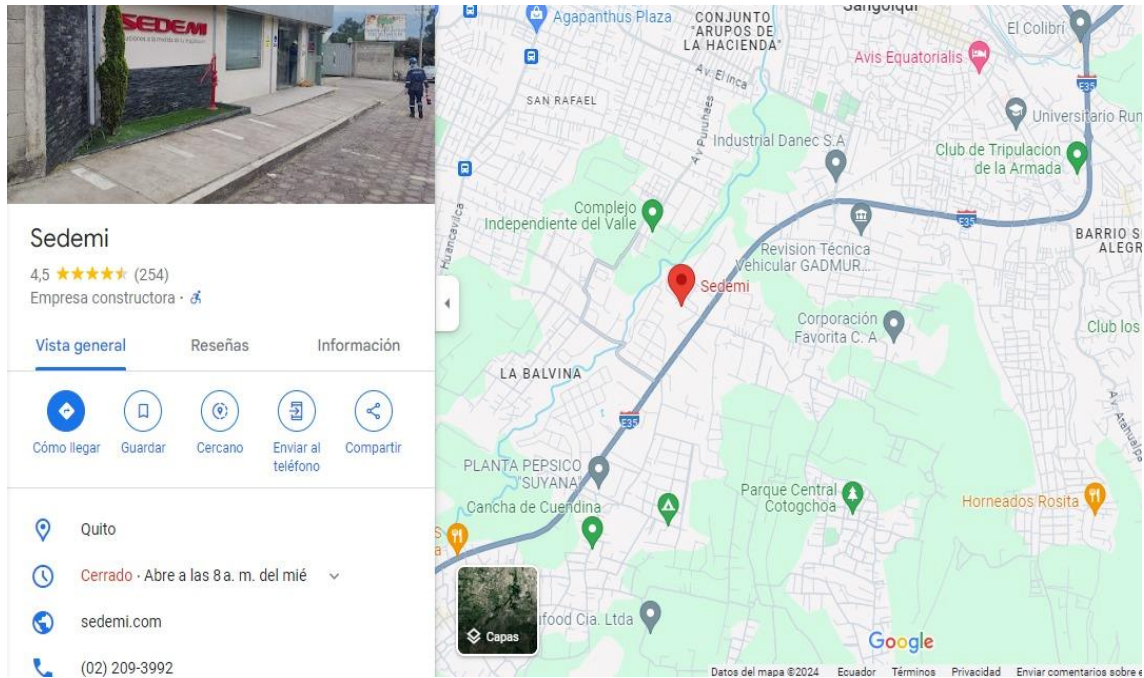


Figura 5.2. Ubicación de la planta matriz

- **MISIÓN**

“Somos constructores de soluciones a la medida para proyectos de infraestructura con una cultura de servicios y enfoque en generar valor para nuestros stakeholders”

- **VISIÓN**

Ser líder regional en soluciones para proyectos de infraestructura que contribuyan al desarrollo de la sociedad.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Lograr un margen neto de al menos 10%.
- Alcanzar el 95% de índice anual de satisfacción del cliente.
- Obtener al menos 5 certificaciones internacionales.
- Cumplir al menos el 80% en adecuación puesto persona.
- Lograr 95% de nivel de servicio y experiencia del cliente.

En la Figura 5.3 se describen los procesos:



Figura 5.3. Mapa de procesos de SEDEMI [40]

5.2. Identificación de las malas posturas

Como se plantea en la Tabla 2.3 se procede a la identificación mediante observación y posterior análisis que servirá para continuar con su debida evaluación.

Esta identificación de las posturas forzadas y movimientos repetitivos se lo realizó utilizando como guía los métodos REBA y RULA (Figura 4.2 y Figura 4.14) y sus respectivas hojas de trabajo cuyos datos fueron de ayuda para realizar el siguiente objetivo planteado.

5.2.1. Análisis de las malas posturas

Generalmente, los trabajadores que realizan las actividades de soldadura y armado están siempre expuestos a riesgos ergonómicos puesto que los elementos y herramientas que requiere no están adaptadas a los movimientos naturales requeridos por el trabajador y es por tal razón que adopta posiciones que no favorecen a su postura.

Como se observa en la Figura 5.4 a miembros pertenecientes a dicha área de trabajo, la posición de su cuerpo favorece al apareamiento de fatiga muscular y trastornos musculoesqueléticos si se adopta esta posición por mucho tiempo o por varios días. Al igual que el colaborador indicado varios de sus compañeros realizan actividades adyacentes y en posiciones similares o que

involucran distintas partes del cuerpo en posturas forzadas e incómodas que terminan fatigando al trabajador.



Figura 5.4. Trabajador en postura inadecuada


5.2.1.1. Matriz de Riesgos Laborales por Puesto de Trabajo.

La Matriz de Riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta una organización. Su llenado es simple y requiere del análisis de las tareas que desarrollan los trabajadores [41]. Analiza 6 tipos de riesgo: riesgo mecánico, riesgo físico, riesgo químico, riesgo ergonómico, riesgo psicosocial y riesgo biológico. Esta matriz permite reconocer y distinguir el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores además de recomendar métodos para evaluar cada uno de los riesgos.

5.2.1.2. Identificación de riesgo ergonómico

Mediante la Matriz de Riesgos Laborales por Puesto de Trabajo se ha identificado que los trabajadores del área de armado y soldadura están expuestos a dos factores de riesgo ergonómicos los cuales se identificaron como posturas forzadas y los movimientos repetitivos con una calificación Alta que se visualizan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Matriz de Riesgos Laborales por Puesto de Trabajo. [41]

DOCUMENTO N°		DATOS DE LA EMPRESA/ENTIDAD		NOMBRE DEL REGISTRO DEL DOCUMENTO						
 <p>Ministerio de Relaciones Laborales</p>		<p>MATRIZ DE RIESGOS LABORALES POR PUESTO DE TRABAJO</p>		<p>Gerente/ Jefe / Coordinador / Responsable de Seguridad y Salud Ocupacional:</p>						
EMPRESA/ENTIDAD:		SEDEMI		Responsable de Evaluación:						
PROCESO:		ESTRUCTURAS		Empresa/Entidad responsable de evaluación:						
SUBPROCESO:		ELABORACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS		Fecha de Evaluación:						
PUESTO DE TRABAJO:		ARMADO Y SOLDADO								
JEFE DE ÁREA:										
Herramientas y Equipos utilizados										
Oxígeno, Carburante, Cobre, Metal, Polvos Metálicos, Equipo de suelda, EPP's.										
Descripción de actividades principales desarrolladas										
Armado y soldadura de estructuras metálicas.										
RIESGO	Código	N° de expuestos			DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE PELIGRO <i>IN SITU</i>	Valor de Probabilidad y/o referencia	Consecuencia y/o valor medido	Exposición	Valoración del GP Doala	
		Hombres	Mujeres	Discapacitados						TOTAL
RIESGO ERGONOMICO	E01	0	0	0	0	Sobreesfuerzo	Riesgos originados por el manejo de cargas pesadas o por movimientos mal realizados: Al estirar o empujar objetos. Al manejar o lanzar objetos.	MÉTODO SUGERIDO: REBA SNOOK WRIELO GINSHT Nivel de actuación	Bajo	
	E02	36	0	0	36	Manipulación de cargas	La carga física del trabajo se produce como consecuencia de las actividades que se realizan para la consecución de dicha tarea. Consecuencia directa de una carga física excesiva será la fatiga muscular, que se traducirá en patología de la columna vertebral, disminución de la productividad y calidad del trabajo, en un aumento de la insatisfacción personal o en incontrol. La fatiga física se estudia en cuanto a trabajos estáticos y dinámicos.	MÉTODO SUGERIDO: GINSHT Nivel de actuación	Bajo	
	E03	0	0	0	0	Calidad de aire interior	Niveles de concentración de dióxido de carbono (CO2) en oficinas superiores a 1000 ppm genera molestias y cansancio	No se requiere medir. Las actividades se realizan en condiciones de confort, donde el producto de las actividades de soldadura.	IAQ VALOR MEDIDO AMBIENTE SALUBRE/INSALUBRE	Bajo
	E04	0	0	0	0	Posiciones forzadas	La carga física del trabajo se produce como consecuencia de las actividades físicas que se realizan para la consecución de dicha tarea. Consecuencia directa de una carga física excesiva será la fatiga muscular, que se traducirá en patología osteomuscular, aumento del riesgo de accidente, disminución de la productividad y calidad del trabajo, en un aumento de la insatisfacción personal o en incontrol. La fatiga física se estudia en cuanto a trabajos estáticos y dinámicos. En la presente investigación, clasificaremos los trabajos en cuanto a que se realicen de pie, sentado o de forma alternativa.	En el área de armado soldadura se detecto como principal factor las posiciones forzadas ya que sus actividades implican estar sujetos a riesgos de lesiones y daños a largo plazo. El trabajador está expuesto a posturas inadecuadas por largos periodos de tiempo.	MÉTODO SUGERIDO: REBA WRIELO OWAS JSI (Join Strain Index) OCRA LEST Nivel de actuación	Alto
	E05	0	0	0	0	Puesto de trabajo con Pantalla de Visualización de Datos (PVD)	Se ha producido una revolución tecnológica cuyo ordenador (pantalla de visualización de datos PVD). Se revisarán los aspectos referentes a las condiciones de trabajo que deben reunir la sala, la iluminación, el ruido, las vibraciones, así como otras cuestiones colaterales como la luz, instalación eléctrica, fatiga visual o fatiga postural.	No se requiere medir. Las actividades de armado y soldadura no requiere de pantallas de visualización.	MÉTODO SUGERIDO: RULA Nivel de actuación	Bajo
	E06	36	0	0	36	Confort térmico	El confort térmico depende del calor producido por el cuerpo de los intercamios entre éste y el medio ambiente.	En el proceso de identificación de factores de riesgos, se aplicó el cuestionario para establecer el nivel de actuación con relación al confort térmico, habiéndose observado que la temperatura ambiente con climatización, la cual por efecto del sistema de climatización está regulada en 8 a 20° C.	PPV PMV VALOR MEDIDO	Bajo
	E07	36	0	0	36	Movimientos Repetitivos	Grupo de movimientos continuos, mantenidos; osteo muscular provocando en el mismo fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último lesión	Se identificó puestos de trabajo con movimientos repetitivos: soldadura, armado. Se aplicó RULA	RULA OCRA TEST DE MICHIGAN PLIBEL INRS VALOR MEDIDO	Alto

5.3. Objetivo Específico 2

Evaluar el riesgo ergonómico al que está expuesto el colaborador asociado usando métodos ergonómicos para contrarrestar las posiciones forzadas y movimientos repetitivos a su área de trabajo.

5.3.1. Actividades

Utilizando los metodos RULA y REBA se identifican los puntos criticos que adopta el cuerpo del trabajador al desarrollar sus actividades de suelda y armado.

Estas evaluaciones se realizarán a 5 trabajadores del área en estudio. Sus resultados se presentaran en tablas las donde se colocarán las ilustraciones, las partes del cuerpo analizadas con respecto a las hojas de campo de ambos metodos evaluativos, el angulo y la puntuación que se le asignada con de cada posicion en la que se encuentre el operador.

5.3.2. Evaluación mediante método REBA

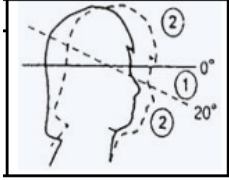

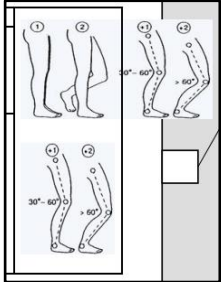

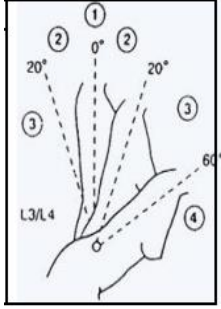

El método REBA es una herramienta integral que permite una evaluación rápida y eficaz de las posturas de trabajo, ayuda a mejorar la ergonomía y a reducir los riesgos para la salud de los trabajadores. Al utilizar software especializado como AUTOCAD para analizar las imágenes, se garantiza una mayor precisión en la evaluación y en la implementación de mejoras ergonómicas.

5.3.2.1. Método REBA

5.3.2.1.1. Grupo A

En la Tabla 5.2 se presenta el análisis detallado de las posturas del cuello, las piernas y el tronco, junto con sus respectivas puntuaciones y ángulos correspondientes. Este análisis es esencial para identificar las áreas del cuerpo que están en riesgo de sufrir trastornos musculoesqueléticos y para tomar las medidas correctivas necesarias.

Tabla 5.2. Método REBA. Grupo A

Referencia	Ilustración	Parte del cuerpo	Ángulo	Puntuación
		Cuello	62°	2
		Piernas	Su posición corresponde a un soporte bilateral, puesto que no está con las piernas flexionadas	1
		Tronco	33°.	3

En la Tabla 5.3 se colocan las puntuaciones obtenidas. Primero se marca la puntuación del cuello siendo en este caso 2. En el mismo renglón para piernas se asigna el valor con valoración de 1 y, finalmente el tronco con puntuación de 3. Tras la colocación de estas tres evaluaciones se asigna el valor de 4 según el método REBA.

Tabla 5.3. Método REBA. Grupo A puntuación

Grupo A: Tabla A							
	Piernas	Tronco					
		1	2	3	4	5	
Cuello	1	1	1	2	2	3	4
		2	2	3	4	5	6
		3	3	4	5	6	7
		4	4	5	6	7	8
	2	1	1	3	4	5	6
		2	2	4	5	6	7
		3	3	5	6	7	8
		4	4	6	7	8	9
	3	1	3	4	5	6	7
		2	3	5	6	7	8
		3	5	6	7	8	9
		4	6	7	8	9	9

En la Tabla 5.4 se miden los valores de carga o fuerza que ejerce el trabajador y se puntúa según el peso del objeto que sostiene, en este caso la antorcha de soldadura que tiene un peso de 1,97 kg, a esto se le suma el peso del cable que es de menos 2 kg debido a que no se realizan trabajos en altura con un total de aproximadamente 4 kg; en conjunto, al pesar menos de 5 kg, se le asigna un valor de 0.

Tabla 5.4. Método REBA. Carga/Fuerza

Carga/Fuerza			
0	1	2	1
<5 kg.	5 a 10 kg.	>10 kg.	Instauración rápida o brusca

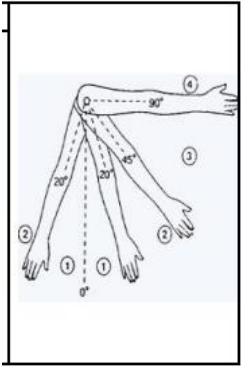

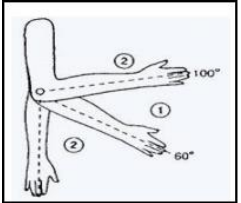

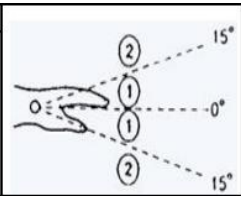

Se suman los resultados de las tablas Tabla 5.3 y Tabla 5.4, siendo estas 4 + 0 respectivamente dando como resultado un valor de 4 para el Grupo A.

5.3.2.1.2. Grupo B

En la Tabla 5.5 se presentan de manera detallada los ángulos de postura y las puntuaciones correspondientes para el brazo, antebrazo y muñeca, conforme a la metodología utilizada en la hoja de campo REBA.

Estas puntuaciones se suman para determinar el nivel de acción necesario, que puede variar desde la implementación de medidas correctivas mínimas hasta la necesidad de un rediseño completo de la estación de trabajo.

Tabla 5.5. Método REBA. Grupo B

Referencia	Ilustración	Parte del cuerpo	Ángulo	Puntuación
		Brazo	30°	1
		Antebrazo	30°	1
		Muñeca	14°	2

Al igual que en el Grupo A, se colocan las puntuaciones que se obtuvieron tras la valoración de los ángulos de cada una de las partes analizadas. En primer lugar, antebrazo con valoración de 1, luego de muñeca con puntuación de 1 y finalmente brazo con puntuación de 2, dando un resultado de 1 que se observa en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6. Método REBA. Grupo B puntuación

GRUPO B: TABLA B								
ANTEBRAZO	MUÑECA	BRAZO						
		1	2	3	4	5	6	
	1	1	1	1	3	4	6	7
		2	2	2	4	5	7	8
3		2	3	5	5	8	8	
2	1	1	2	4	5	7	8	
	2	2	3	5	6	8	9	
	3	3	4	5	7	8	9	

La Tabla 5.7 hace referencia al agarre. es decir, a la sujeción que tiene el trabajador al instrumento que está manipulando dentro del entorno laboral dando una puntuación de 1.

Tabla 5.7. Método REBA. Grupo B Agarre

Agarre			
0 – Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Se suman los valores obtenidos en la Tabla 5.6 y Tabla 5.7 con resultado de 1 + 1 para una puntuación de 2 para el Grupo B.

5.3.2.1.3. Resultados Método REBA

La puntuación obtenida mediante el método REBA en uno de los procesos de armado y soldadura es de 4 en base a la Tabla 5.8; sin embargo y según la misma hoja de campo se añade +1 debido a cargas estáticas y movimientos repetitivos ejercidos por el operador, por lo tanto, su nivel de actuación es de 5 y por ende requiere cambios en las formas de realizar las actividades.

Tabla 5.8. Tabla C. Resultado método REBA

Tabla C													
	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	5	5	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	7	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Al trabajador evaluado se lo identifica con un nivel de riesgo Medio como se muestra en Tabla 5.9. Esto demuestra que requiere cambios en el área de trabajo.

Tabla 5.9. Método REBA. Nivel de Riesgo

Nivel de Riesgo		
1	No es necesario realizar cambios	Riesgo aceptable
2-3	Puede ser necesario realizar cambios	Moderado
4-7	Necesario realizar cambios	Medio
8-10	Necesario se requiere pronta actuación.	Alto
11-15	Actuación inmediata	Muy alto

5.3.2.1.4. Recomendaciones

Es recomendable implementar caballetes o mesas de trabajo adaptables a la labor que se esté realizando. Además, se pueden incorporar pausas activas o ejercicios para disminuir el riesgo de enfermedades profesionales y trastornos musculoesqueléticos. La accesibilidad a capacitaciones acerca de acciones correctivas con respecto a las posturas ejercidas durante las actividades de soldadura y armado contribuye a la disminución de fatiga y estrés; por consiguiente, aporta a la reducción de los niveles de riesgos ergonómicos.

5.3.2.1.5. Resultados Finales Método REBA

A continuación, en la Tabla 5.10, se muestran los resultados finales con los puntajes de todos los operadores evaluados y se observa que 3 de los 5 trabajadores tienen altos niveles de riesgo. los resultados de las demás evaluaciones se encuentran en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 5.10. Resultados de cada trabajador

Trabajador	Puntuación	Intervención
Trabajador 1	5	Necesario
Trabajador 2	6	Necesario
Trabajador 3	8	Necesario pronto
Trabajador 4	9	Necesario pronto
Trabajador 5	9	Necesario pronto

Tres de los trabajadores evaluados por el método REBA muestran una pronta necesidad de cambios en su postura para evitar futuras lesiones, y por consiguiente un cambio en el puesto de trabajo lo que demuestra prioridad de una intervención ergonómica. La Tabla 5.11 indica una el nivel de riesgo al que está expuesto el grupo de trabajadores evaluados, determinando un nivel alto, lo que, como se mencionó, necesita cambios en el área de trabajo.

Tabla 5.11. Nivel de riesgo de los trabajadores evaluados

Nivel de Riesgo		
1	No es necesario realizar cambios	Riesgo aceptable
2-3	Puede ser necesario realizar cambios	Moderado
4-7	Necesario realizar cambios	Medio
8-10	Necesario se requiere pronta actuación.	Alto
11-15	Actuación inmediata	Muy alto

5.3.3. Evaluación mediante método RULA

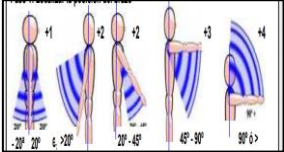

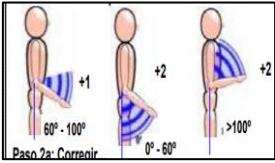

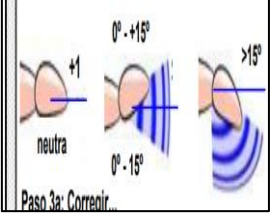

Para realizar las evaluaciones ergonómicas con este método se utilizarán diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas. Una vez obtenidas las imágenes a analizar, estas son subidas al software AUTOCAD para observar las posiciones y para obtener sus resultados usando el método RULA.

5.3.3.1. Método RULA

5.3.3.1.1. Grupo A

Se realiza el análisis de brazo, antebrazo y muñeca mostrando puntuación y ángulo de análisis en la Tabla 5.12.

Tabla 5.12. Método RULA. Grupo A

Referencia	Ilustración	Parte del cuerpo	Ángulo	Puntuación
		Brazo	30°.	2
		Antebrazo	90°	2
		Muñeca	14° con respecto a la horizontal	2

En base a los valores arrojados tras la evaluación en la Tabla 5.12 se colocan en la Tabla 5.13 en el orden predeterminado por la hoja de campo. En primera instancia la valoración del brazo con puntuación de 2, antebrazo con puntuación de 2, muñeca con valor de 2 y el giro de la misma con puntuación 1. Como resultado de estas puntuaciones debidamente colocadas se obtiene un puntaje de 3.

Tabla 5.13. Método RULA. Grupo A puntuaciones

Grupo A: Tabla A									
Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro muñeca							
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	3	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	5	5	5	5
	2	4	4	4	5	5	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

En la Tabla 5.14 se puntúan la postura estática y carga o fuerza obteniendo puntuaciones de 1 y 2 respectivamente. Estos valores se asignaron debido al tiempo que ocupa durante la actividad y el peso de la antorcha de soldadura que es, como se mencionó en párrafos anteriores, 1,97 kg a esto se le suma el peso del cable llegando aproximadamente a los 4 kg.

Tabla 5.14. Método RULA. Grupo A postura estática

Postura Estática	1
-------------------------	----------

Carga/ Fuerza	< 2 kg	Intermitente	0
	2 a 10 kg	Intermitente	1
	2 a 10 kg	Estática o repetitiva	2
	> 10 kg	Vibrante o súbita	3

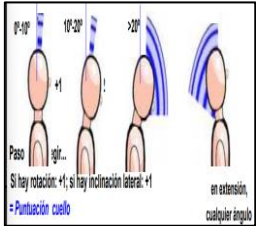

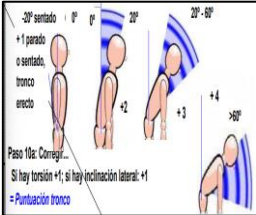

Una vez determinadas todas las puntuaciones para el Grupo A se suman los valores obtenidos pertenecientes a Tabla 5.12, Tabla 5.13 y Tabla 5.14, cuyo resultado es de 6 según como lo muestra la ecuación (5.3).


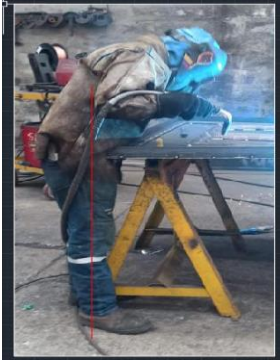
$$3 + 1 + 2 = 6 \quad (5.3)$$

5.3.3.1.2. Grupo B

El análisis de cuello, tronco y piernas se muestra en la Tabla 5.15 con las puntuaciones y ángulos adoptados por el operador.

Tabla 5.15. Método RULA. Grupo B

Referencia	Ilustración	Parte del cuerpo	Ángulo	Puntuación
		Cuello	40°	3
		Tronco	33°.	3

		Piernas	No existe flexión en las piernas.	1
---	---	---------	-----------------------------------	---

Se colocan los puntajes que se obtuvieron de la Tabla 5.15 en la Tabla 5.16 para poder extraer la calificación de las posturas del trabajador.

Tabla 5.16. Método RULA. Grupo B puntuación

Grupo B: Tabla B												
Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

La Tabla 5.17 muestra las valoraciones que corresponden a postura estática con valor de 1 por el tiempo que soporta en determinada posición, y carga o fuerza con valor de 2, esto a razón de que su postura es repetitiva, como agacharse o mantener el movimiento propio de la actividad de suelda por periodos prolongados de tiempo.

Tabla 5.17. Método RULA. Grupo B postura estática

Postura Estática			1
Carga/ Fuerza	< 2 kg	Intermitente	0
	2 a 10 kg	Intermitente	1
	2 a 10 kg	Estática o repetitiva	2
	> 10 kg	Vibrante o súbita	3

Se suman los valores correspondientes al Grupo B siendo 4 + 1 + 2 con un resultado de 7 para este grupo.

5.3.3.1.3. Resultados Método RULA

Los puntos resultantes de los Grupos A y B se los ubica en la Tabla C tal y como se observa en la Tabla 5.18 dando como producto final un puntaje de 7.

Tabla 5.18. Tabla C. Resultado método RULA

Tabla C								
		Grupo B						
Grupo A		1	2	3	4	5	6	7+
	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

En la Tabla 5.19 se exhibe el nivel del riesgo al que se expone el trabajador evaluado. Es notable que la postura que asume el trabajador es de alto riesgo según el método evaluado como se observa en la ilustración de la Tabla 5.12.

Tabla 5.19. Método RULA. Nivel de Riesgo

Nivel de riesgo		
1-2	Nivel de riesgo aceptable	Bajo
3-4	Se requiere ampliar el estudio	Medio
5-6	Se requiere ampliar el estudio y cambiar el modo de trabajo.	Alto
7	Se requiere un estudio y cambio de modo de trabajo urgente	Muy alto

5.3.3.1.4. Recomendaciones

Con el puntaje obtenido y según el método RULA se debe ampliar el estudio y modificar. La recomendación que se brinda es la de adaptar mesas de trabajo de mayor altura para evitar la flexión excesiva del cuerpo completo.

5.3.3.1.5. Resultados Finales Método RULA

Al haber realizado el estudio a los 5 trabajadores utilizando el método RULA se obtuvo un resultado final de 6, 4 como promedio, evidenciándose en la Tabla 5.20 lo que indica, según la hoja de campo del método empleado, se necesita ampliar el estudio y modificar pronto. Las evaluaciones de los demás trabajadores se evidencian en la Tabla 5.20.

Tabla 5.20. Promedio de resultados de cada colaborador

Trabajador	Puntuación	Intervención
Trabajador 1	7	Estudiar y modificar inmediatamente
Trabajador 2	7	Estudiar y modificar inmediatamente
Trabajador 3	4	Ampliar estudio
Trabajador 4	4	Ampliar estudio
Trabajador 5	7	Estudiar y modificar inmediatamente

Mediante el manejo del método RULA se llegó a un resultado similar al observado en Resultados Finales Método REBA donde se evidenció que 3 de los 5 trabajadores tienen altos niveles de riesgo ergonómico. Con el este método el nivel de riesgo sufrió un alza considerable como se detalla en la Tabla 5.21 debido a las posturas a las que se exponen diariamente los trabajadores.

Tabla 5.21. Nivel de Riesgo de los colaboradores evaluados

Nivel de Riesgo		
1-2	Nivel de riesgo aceptable	Bajo
3-4	Se requiere ampliar el estudio	Medio
5-6	Se requiere ampliar el estudio y cambiar el modo de trabajo.	Alto
7	Se requiere un estudio y cambio de modo de trabajo urgente	Muy alto

5.4. Objetivo Específico 3

Elaborar un manual que sirva de guía para disminuir riesgos ergonómicos dentro del área de armado y soldadura de la empresa SEDEMI.

5.4.1. Actividades

Brindar recomendaciones a cumplir dentro del área de trabajo mediante la observación de necesidades encontradas al momento de desarrollar las actividades de armado y soldado.

5.4.2. Manual de recomendaciones ergonómicas para los trabajadores de SEDEMI

5.4.2.1. Introducción

El presente manual ergonómico tiene como objetivo principal proporcionar recomendaciones tras identificar los riesgos asociados con los movimientos repetitivos y posturas forzadas en las actividades de armado y soldadura. Mediante el presente manual se busca promover un entorno de trabajo seguro y saludable previniendo los TME, mejorando el bienestar de los empleados y optimizando la productividad y eficiencia de las actividades.

5.4.2.2. Importancia de la Ergonomía

La ergonomía se centra en adaptar el trabajo a las capacidades y limitaciones de las personas. En el área de armado y soldadura, donde las tareas repetitivas y las posturas incómodas son comunes, la implementación de principios ergonómicos es crucial para prevenir lesiones musculoesqueléticas y otros problemas de salud ocupacional. Las posturas forzadas y los movimientos repetitivos pueden llevar a la fatiga, disminución de la eficiencia y, en casos severos, a lesiones crónicas que afectan la calidad de vida de los empleados y generan costos adicionales para la empresa [25].

Mediante el análisis detallado de las tareas y la adopción de prácticas ergonómicas, podemos reducir significativamente el riesgo de lesiones, mejorar la satisfacción laboral y crear un ambiente de trabajo más productivo.

5.4.2.3. Beneficios de implementar la Ergonomía

Las ventajas que generan las pausas son muchas; entre ellas disminuye el estrés, ayuda al funcionamiento del sistema cardiovascular y respiratorio, favorece el cambio de posturas y rutina, libera estrés articular y muscular, estimula y favorece la circulación, mejora la postura, favorece la autoestima y capacidad de concentración, motiva y mejora las relaciones interpersonales, promueve la integración social, disminuye riesgo de enfermedad profesional, promueve el surgimiento de nuevos líderes y mejora el desempeño laboral [25].

La implementación de principios ergonómicos no solo beneficia la salud de los empleados, sino que también aporta numerosas ventajas a la empresa, tales como:

- Reducción de Ausentismo: Al disminuir las lesiones relacionadas con el trabajo, se reduce el número de días perdidos por enfermedad.
- Mejora de la Productividad: Trabajadores más saludables y cómodos son más eficientes y productivos.
- Aumento de la Moral y Satisfacción Laboral: Un ambiente de trabajo seguro y saludable mejora la moral y la satisfacción de los empleados.
- Cumplimiento Normativo: La adopción de prácticas ergonómicas asegura el cumplimiento de normativas laborales y de salud ocupacional.

Reducción de Costos: Menos lesiones y enfermedades laborales se traducen en menores costos asociados a indemnizaciones y tratamientos médicos.

5.4.2.4. Contexto de la Empresa

SEDEMI cuenta con varias líneas de negocio entre una de ellas está la elaboración de estructuras metálicas mediante el armado y soldado una actividad que requiere precisión, habilidad y repetición constante de movimientos. Reconociendo que los empleados son los recursos más valiosos y, por ello, surge la necesidad de mejorar las condiciones de trabajo y que sean óptimas para su salud y bienestar. Este manual ha sido desarrollado en base a un análisis de posturas y movimientos repetitivos con el fin de proporcionar soluciones prácticas y efectivas.

5.5. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En el presente documento se logró identificar y analizar los movimientos repetitivos y las malas posturas adoptadas por los operadores en el área de armado y soldadura, a través de la observación y posterior análisis utilizando los métodos RULA y REBA, se identificó el nivel de riesgo en el cual están expuestos.

De un total de 5 análisis para el método REBA y 5 análisis del método RULA, el resultado obtenido fue desalentador, ya que 3 de los de 5 trabajadores evaluados mostraron un alto nivel de carga postural, es decir, están adoptando posturas que afectan físicamente su salud física.

Como se observa en la Tabla 5.22 según el método RULA se logró identificar que su nivel de riesgo es muy alto con una puntuación de 7, donde se requiere un estudio y cambio de modo de trabajo urgente.

Tabla 5.22. Nivel de Riesgo de los colaboradores evaluados

NIVEL DE RIESGO RULA		
1-2	Nivel de riesgo aceptable	Bajo
3-4	Se requiere ampliar el estudio	Medio
5-6	Se requiere ampliar el estudio y cambiar el modo de trabajo.	Alto
7	Se requiere un estudio y cambio de modo de trabajo urgente	Muy alto

Como se visualiza en la Tabla 5.23 correspondiente al método REBA, los colaboradores analizados mostraron un nivel alto de riesgo, lo que conlleva a futuros problemas de salud, por lo que se tiene que intervenir de forma inmediata.

Tabla 5.23. Nivel de riesgo de los trabajadores evaluados

NIVEL DE RIESGO REBA		
1	No es necesario realizar cambios	Riesgo aceptable
2-3	Puede ser necesario realizar cambios	Moderado
4-7	Necesario realizar cambios	Medio
8-10	Necesario se requiere pronta actuación.	Alto
11-15	Actuación inmediata	Muy alto

Por otra parte, mediante el método REBA, se llegó a un resultado de riesgo medio, por lo que se requiere, según lo postula este método, una necesidad de realizar cambios.

Debido a las altas puntuaciones obtenidas en las evaluaciones de los métodos REBA y RULA, se deduce que los trabajadores están expuestos a desarrollar trastornos musculoesqueléticos lo que puede conllevar a un crecimiento de enfermedades laborales relacionadas con la salud física del trabajador.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Mediante el uso de la Matriz de riesgos Ecuador se pudo identificar que los riesgos de mayor impacto son las posturas forzadas y los movimientos repetitivos; además, considerando el trabajo que desempeña durante las labores de soldadura y el tiempo que permanece en determinada posición o realizando una actividad, incrementa el riesgo de padecimiento de trastornos musculoesqueléticos.
- En base al análisis ergonómico utilizando los métodos realizados REBA y RULA, se procesan que los trabajadores del área de armado y soldadura en la empresa SEDEMI están expuestos a un alto riesgo ergonómico. Las evaluaciones mostraron que las posturas forzadas y los movimientos repetitivos son factores significativos que incrementan el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos. Se comprobó que los niveles de riesgo para estos dos métodos sugeridos, RULA y REBA, arrojaron resultados de nivel muy alto (7) y nivel alto (9) respectivamente.
- La implementación de un manual de recomendaciones de posturas adecuadas dentro del área de armado y soldadura en la empresa SEDEMI representa un avance significativo en la mejora de la ergonomía laboral y la salud de los trabajadores. A través de la difusión de este manual, se busca minimizar los riesgos asociados con posturas inadecuadas que pueden llevar a trastornos musculoesqueléticos.

6.2. RECOMENDACIONES

- Adecuar los puestos de trabajo con el objetivo de que sean ajustables a la labor que se ejerza y que además permitan una postura neutra, reduciendo la necesidad de movimientos forzados o posturas incómodas; considerar el proveer herramientas y equipos ergonómicos que minimicen la necesidad de fuerza excesiva.
- La implementación de mesas de trabajo regulables con el fin de mantener a los trabajadores en una postura ergonómica y realizar evaluaciones constantes para verificar la disminución del riesgo ergonómico.
- Se recomienda brindar capacitaciones continuas a los trabajadores sobre ergonomía y cómo su práctica mejora la salud y seguridad laboral. Estas capacitaciones son fundamentales para crear una cultura ergonómica en la empresa.

7. REFERENCIAS

- [1] «codigos_unesco.pdf». Accedido: 6 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/codigos_unesco.pdf
- [2] D. Ochoa-Jiménez, R. Armas-Herrera, y C. Pereira, «Manufacturas y crecimiento económico en Ecuador bajo una perspectiva regional. Un modelo de panel dinámico, 2007 -2020», *Rev. Vista Económica*, vol. 10, n.º 1, pp. 31-44, mar. 2022, doi: 10.54753/rve.v10i1.1290.
- [3] «Manufactura y comercio, los sectores con más accidentes laborales». Accedido: 9 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/accidentes-laborales-manufacturera-comercio-iess/>
- [4] «En Guayas y Pichincha hubo 14.165 avisos de accidentes laborales al IESS en 2023: compañías buscan reforzar cultura de seguridad industrial | Informes | Noticias | El Universo». Accedido: 9 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/informes/en-guayas-y-pichincha-hubo-14165-avisos-de-accidentes-laborales-al-iess-en-2023-companias-buscan-reforzar-cultura-de-seguridad-industrial-nota/>
- [5] «Trastornos musculoesqueléticos 8 de febrero de 2021», who.int. Accedido: 19 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions#:~:text=Aproximadamente%201710%20millones%20de%20personas,de%20568%20millones%20de%20personas.>
- [6] «Protección de la salud de los trabajadores». Accedido: 26 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health>
- [7] «CONSTITUCIÓN-DE-LA-REPÚBLICA-DEL-ECUADOR.pdf». Accedido: 9 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pymsservices.com/wp-content/uploads/2020/02/CONSTITUCI%C3%93N-DE-LA-REP%C3%9ABLICA-DEL-ECUADOR.pdf>

- [8] C. X. Espín Beltrán, «Estudio ergonómico de los puestos de trabajo para minimizar enfermedades en las secretarías del edificio Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.», Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6483>
- [9] C. Espín, M. L. E. Beltrán, y L. Zambrano, «Evaluación de riesgos ergonómicos y su incidencia en la salud de los trabajadores del Gad parroquial rural Alluriquín», *Rev. Bol. Redipe*, vol. 7, n.º 2, pp. 166-173, 2018.
- [10] C. Espín y R. V. Sánchez, «Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros», *Rev. Bol. Redipe*, vol. 6, n.º 6, Art. n.º 6, jun. 2017.
- [11] E. L. Sela Samaniego, «Evaluación ergonómica aplicando el método ROSA en el área administrativa del GAD Municipal de Cumandá», feb. 2021, Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15701>
- [12] C. D. R. Mendoza Zurita, «Métodos de evaluación ergonómica en el levantamiento manual de cargas: revisión sistemática exploratoria», mar. 2023, Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/4984>
- [13] E. L. García Pintado, «Riesgos ergonómicos geométricos y su incidencia en la productividad de los trabajadores del área operativa en la empresa ARTECUA S.A.», masterThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental, 2019. Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29764>
- [14] L. A. Castillo, E. Lucila, L. P. Sánchez, y V. Eusebia, «Efectividad de las intervenciones ergonómicas en la disminución de los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores informáticos de oficina.», UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/2968/TRABAJO%20ACAD%C3%89MICO%20Arias%20Elena%20-%20P%C3%A9rez%20Ver%C3%B3nica.pdf?sequence=1>

- [15] W. Susihono, Y. Selviani, I. A. K. A. Dewi, y N. L. G. Liswahyuningsih, «Musculoskeletal and Postural Stress Evaluation as a Basic for Ergonomic Work Attitudes on Welding Workers», presentado en 3rd International Conference on Innovative Research Across Disciplines (ICIRAD 2019), Atlantis Press, ene. 2020, pp. 270-276. doi: 10.2991/assehr.k.200115.044.
- [16] S. Ariyanti, L. Widodo, M. Zulkarnain, y K. Timotius, «DESIGN WORK STATION OF PIPE WELDING WITH ERGONOMIC APPROACH», *SINERGI*, vol. 23, p. 107, jul. 2019, doi: 10.22441/sinergi.2019.2.003.
- [17] G. Peñalosa Rubiano, «Intervenciones para la prevención de trastornos musculoesqueléticos en enfermeros de instituciones de salud: una revisión sistemática exploratoria 2012-2022», Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia, 2023. Accedido: 9 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85569>
- [18] J. J. O. Gamboa, «Fundamentos de ergonomía», *TEPEXI Bol. Científico Esc. Super. Tepeji Río*, vol. 6, n.º 11, Art. n.º 11, ene. 2019, doi: 10.29057/estr.v6i11.3868.
- [19] Y. M. Lucena, «LA ERGONOMÍA Y LOS RIESGOS PSICOSOCIALES EN LOS EMPLEADOS DE OFICINA».
- [20] «¿Qué es la ergonomía? - Asociación Española de Ergonomía». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>
- [21] «MORENO CARRASCO, JOSE LUIS TFM.pdf». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/5711/1/MORENO%20CARRASCO%2C%20JOSE%20LUIS%20TFM.pdf>
- [22] J. A. F. Herrera y V. L. M. Salinas, «Estudio de ergonomía organizacional y participativa en un centro de salud en Chile», *Ergon. Investig. Desarro.*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, ago. 2021, doi: 10.29393/EID3-20EEJV20020.
- [23] «Términos direccionales y planos anatómicos», Kenhub. Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/terminos-direccionales-y-planos-anatomicos>

- [24] «4B_EFI_GUIA3-.pdf». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.colegioaq.cl/wp-content/uploads/2020/04/4B_EFI_GUIA3-.pdf
- [25] A. Cruz y A. Garnica, *Ergonomía aplicada*. Ecoe Ediciones.
- [26] I. J. C. Cassina, «Normas y Calificación en Soldadura».
- [27] «Soldadura oxigás. FMEC0210 - Joaquín González Pérez - Google Libros». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=mVCbEAAAQBAJ&lpq=PT5&ots=H6EMp3nqvt&dq=definicion%20de%20soldadura&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
- [28] C. L. Luana y Q. A. Fabián, «Proceso y tipos de soldadura para materiales metálicos y termoplásticos».
- [29] Metalmecánica, «Soldadura por arco: Todo lo que debe saber», Metalmecánica. Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/soldadura-por-arco-todo-lo-que-debe-saber>
- [30] «Riesgo-vs-peligro.pdf». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.casafe.org/pdf/2021/Riesgo-vs-peligro.pdf>
- [31] «>> ¿Qué es Peligro en Salud Ocupacional? Definición y ejemplos | UPB». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.upb.edu.co/es/seguridad-salud-trabajo/que-son-los-peligros-y-riesgos-en-el-sgsst>
- [32] «Ergonomía - Cómo evaluar la ergonomía de un puesto de trabajo». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/ergonomia/evaluacion.html>
- [33] «Método RULA», Next Prevención. Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://nextprevencion.com/metodos/ergonomia/metodo-rula/>
- [34] «Tema 7. Posturas de trabajo».
- [35] «Trastornos musculoesqueléticos | Safety and health at work EU-OSHA». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>

- [36] J. J. Natarén y M. Noriega Elío, «Los trastornos musculoesqueléticos y la fatiga como indicadores de deficiencias ergonómicas y en la organización del trabajo», *Salud Los Trab.*, vol. 12, n.º 2, pp. 27-41, 2004.
- [37] S. Gaviola, M. Sapoznik, y C. Taboadela, «Trastornos Musculos - esqueléticos. Miembro Superior», p. 24.
- [38] C. Ortega, «Investigación mixta. Qué es y tipos que existen», QuestionPro. Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-mixta/>
- [39] «El Método Reba Ergonomía | Cenea». Accedido: 26 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cenea.eu/metodo-evaluacion-ergonomica-reba-los-grandes-riesgos-de-su-incorrecata-aplicacion/>
- [40] «Intranet Corporativa - Inicio». Accedido: 7 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://sedemi365.sharepoint.com/SitePages/Inicio.aspx>
- [41] «Matriz de evaluación de riesgos ARTEFACTA 2016.pdf». Accedido: 11 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2644/2/Matriz%20de%20evaluacion%20de%20riesgos%20ARTEFACTA%202016.pdf>
- [42] «UMA SALUD - Pausas Activas - Universidad de Málaga». Accedido: 11 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.uma.es/uma-salud/info/121727/pausas-activas/>
- [43] «¿Qué son las pausas activas en el trabajo?» Accedido: 11 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.prolaboral.com/es/blog/pausas-activas-trabajo.html>
- [44] «Pausas activas en el trabajo: ¿por qué son tan fundamentales cuando trabajamos en una oficina? - Portal Prensa Salud». Accedido: 11 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://portalprensasalud.cl/2024/05/20/pausas-activas-en-el-trabajo-por-que-son-tan-fundamentales-cuando-trabajamos-en-una-oficina/>

