

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Análisis ergonómico para proponer mejoras al  
puesto de soldador de una empresa metal  
mecánica de Arequipa, 2022**

Marycruz de Nazareth Salinas Najar

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Industrial

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **ASESOR**

Mag. Ing. Julio Efraín Postigo Zumarán

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por escuchar mis suplicas y hacer posible que nunca me rindiera y seguir firme hasta lograr mis objetivos.

A mis queridos padres José y María, por siempre motivarme a seguir adelante e inculcar en mí, el deseo de superación, a mi hermano José Víctor que estuvo siempre conmigo apoyándome.

A mi abuelita Udamar y mis dos angelitos Teófilo y Otilia, por el tiempo y consejos que fueron de trascendencia en mi formación y desde el cielo aún siguen guiando mi camino.

Mi especial agradecimiento al profesor Julio Efraín Postigo Zumarán, por su paciencia, su valiosa asesoría y por motivarme a seguir trabajando ante cualquier obstáculo.

## **Dedicatoria**

Con mucho amor a mi amada familia, a mis padres porque sin su importante apoyo no lo hubiera podido lograr.

A la Universidad Continental y a todos mis amigos que me apoyaron para crecer profesionalmente y también como persona.

# ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
Dedicatoria .....	iv
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3.1 Problema general.....	5
1.3.2 Problemas específicos .....	6
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2 Objetivos específicos .....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.5.1 Justificación .....	6
1.5.1.1 Justificación técnica.....	6
1.5.1.2 Justificación económica.....	7
1.5.1.3 Justificación social.....	8
1.5.2 Importancia de la investigación .....	9
1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.6.1 Delimitación espacial.....	10
1.6.2 Delimitación temporal.....	10
1.6.3 Delimitación social .....	10
1.6.4 Delimitación conceptual .....	11
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.8 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
1.9 VARIABLES E INDICADORES .....	11
1.9.1 Variable independiente.....	11
1.9.2 Variable dependiente .....	11
1.9.3 Operacionalización de variables.....	12

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	13
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	16
2.1.3 Antecedentes locales .....	17
2.2 BASES TEÓRICAS.....	18
2.2.1 La ergonomía.....	18
2.2.2 Tipos de la ergonomía.....	20
2.2.3 Factores ergonómicos en el lugar de trabajo.....	24
2.2.4 Peligros ergonómicos.....	26
2.2.5 Diseño del puesto de trabajo.....	28
2.2.6 El método LEST .....	42
2.2.7 Dimensiones del método LEST .....	47
2.2.8 Soldadura de puntos .....	55
2.3 TÉRMINOS BÁSICOS .....	59
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>61</b>
3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	61
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	61
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	62
3.3.1 Población .....	62
3.3.2 Muestra.....	62
3.3.3 Técnicas e instrumentos .....	62
<b>CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
4.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	63
4.1.1 Reseña histórica .....	63
4.1.2 Misión, visión y política de calidad.....	63
4.1.3 Organigrama de la empresa.....	64
4.1.4 Servicios prestados.....	65
4.1.5 Análisis ergonómico del trabajo.....	65
4.1.6 Indicadores de seguridad y salud en el trabajo .....	67
4.1.7 Análisis de la tarea.....	68
4.1.8 Análisis del puesto .....	71
4.1.9 Análisis ergonómico de las actividades .....	78

4.1.9.1	Análisis con software global ergonómico .....	81
4.1.9.2	Resultados generales de la aplicación E-Lest.....	86
4.1.9.3	Análisis con software específico ergonómico.....	88
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO DE MEJORAS PROPUESTAS.....</b>		<b>93</b>
5.1	POSTURAS .....	94
5.2	EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LAS PROPUESTAS.....	97
5.2.1	Posturas mejoradas REBA.....	97
5.2.2	Posturas mejoradas OWAS.....	99
5.3	PRESUPUESTO PARA LA MEJORA ERGONÓMICA PROPUESTA .....	100
CONCLUSIONES .....		102
RECOMENDACIONES.....		104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		105
ANEXOS.....		112

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	12
Tabla 2. Dimensiones y variables en LEST. ....	43
Tabla 3. Puntuación de las variables en el método LEST. ....	44
Tabla 4. Resumen de los datos necesarios para aplica el método LEST.....	45
Tabla 5. Informe de permisos por descansos médicos (2021) .....	66
Tabla 6. Índice de frecuencia, severidad y accidentabilidad.....	67
Tabla 7. Diagrama de operaciones del proceso actual .....	73
Tabla 8. Costos para implementar la propuesta ergonómica .....	100
Tabla 9. Ahorro por prevención de accidentes laborales y multas por lesiones músculo- esqueléticas.....	100
Tabla 10. Flujo de caja de la propuesta ergonómica planificada.....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	El “modelo de cubo” para la evaluación de la ergonomía.....	36
Figura 2.	Una versión CAD de una estación de trabajo para soldadura manual, lograda en el proceso de diseño.....	39
Figura 3.	La estación de trabajo de soldadura implementada.....	40
Figura 4.	Organigrama estructural de la empresa.....	64
Figura 5.	Servicios prestados por la empresa.....	65
Figura 6.	Principales causas de descansos médicos en el área de soldadura.....	66
Figura 7.	Resultados de la pregunta ¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, discomfort).....	69
Figura 8.	¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias? .....	69
Figura 9.	¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?.....	70
Figura 10.	¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)? .....	70
Figura 11.	Diagrama de flujo del proceso general de soldadura .....	72
Figura 12.	Operario 1 en corte para ajustes de instalación.....	78
Figura 13.	Operaria 2 en corte para ajustes de instalación.....	79
Figura 14.	Operario 3 en corte para ajustes de instalación.....	79
Figura 15.	Operario 4 en corte para ajustes de instalación.....	80
Figura 16.	Operario 5 en corte para ajustes de instalación.....	80
Figura 17.	Evaluación de la carga física dinámica.....	81
Figura 18.	Evaluación de la carga física estática .....	82
Figura 19.	Resultados del Entorno físico: Ambiente térmico, lumínico, ruido y vibraciones.....	83
Figura 20.	Cálculo de temperatura efectiva.....	83
Figura 21.	Resultados de la carga mental.....	84
Figura 22.	Resultados de los aspectos psicosociales (I).....	85
Figura 23.	Resultados de los aspectos psicosociales (II).....	85
Figura 24.	Resultados de los tiempos de trabajo.....	86
Figura 25.	Resultados por dimensiones.....	87
Figura 26.	Resultados por factores.....	88
Figura 27.	Resultados del REBA.....	89

Figura 28. Resultado final del REBA.....	90
Figura 29. Resultados del OWAS.....	91
Figura 30. Resultado final del OWAS. ....	91
Figura 31. Resultado final del OWAS. ....	95
Figura 32. Rodilleras .....	95
Figura 33. Guantes .....	96
Figura 34. Banco/Mesa Móvil de Trabajo y Soldadura. Con Soldadora Eléctrica Por Arco (MMA) de 250 A. ....	97
Figura 35. Sillas ergonómicas para soldadores. ....	97
Figura 36. Método REBA mejorado. ....	98
Figura 37. Método REBA mejorado. ....	98
Figura 38. Método REBA mejorado. ....	99
Figura 39. Método REBA mejorado. ....	99

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal efectuar un análisis ergonómico, para proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, 2022. La presente investigación fue descriptiva propositiva, no experimental de corte transversal, ya que únicamente llegó a simular los resultados más no los implementó. Se trabajó con una muestra de 12 soldadores, evaluándose sus riesgos ergonómicos mediante el uso de los instrumentos: cuestionario nórdico de percepción de riesgos musculoesqueléticos, el software global E-Lest, el software ergo/IBV y sus softwares específicos REBA y OWAS. Los resultados globales ergonómicos demuestran la presencia de una carga física nociva para el colaborador representada por las posturas de trabajo, las que evidencian un grado alto de riesgo, requiriéndose de una mejora ergonómica urgente. Para la evaluación específica, se usó el software Ergo/IBV y sus módulos REBA y OWAs del puesto de soldador, obteniéndose un nivel desfavorable de posturas. Por lo tanto, se diseñó un conjunto de propuestas de mejora para el puesto de soldador, las cuales al simularse resultaron ser efectivas. Es así que, puede concluirse evidenciándose el análisis ergonómico, logrando proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, además de evaluar las propuestas para comprobar su efectividad, simulando su implementación en el software ergo/IBV, constatando que dichas mejoras generarán cambios positivos en los puestos de trabajo de soldador de la empresa motivo de estudio, lo cual repercutirá en el desempeño de los colaboradores y mejorará su productividad.

**Palabras clave:** ergonomía, puesto de trabajo, soldador, posturas forzadas, carga física.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to carry out an ergonomic analysis to propose improvements to the soldier position of a metal-mechanic company in Arequipa, 2022. This research was descriptive, non-experimental, cross-sectional, since it only simulated the results, more did not implement them. We worked with a sample of 12 soldiers, evaluating their ergonomic risks through the use of the instruments: Nordic musculoskeletal risk perception questionnaire, the global software E-Lest, the ergo/IBV software and its specific software REBA and OWAS. The global ergonomic results demonstrate the presence of a harmful physical load for the collaborator, shown by the work postures, which show a high degree of risk, requiring an urgent ergonomic improvement. For the specific evaluation, the Ergo/IBV software and its REBA and OWAs modules of the welder's position were used, obtaining an unfavorable level of postures. Therefore, a set of improvement proposals for the welder position was proposed, which when simulated turned out to be effective. Thus, it can be concluded by evidencing the ergonomic analysis, being able to propose improvements to the welder's position of a metalworking company in Arequipa, in addition to evaluating the proposals to verify their effectiveness, simulating their implementation in the ergo/IBV software, verifying that said improvements they will generate positive changes in the welder jobs of the company under study, which will affect the performance of the collaborators and improve their productivity.

**Keywords:** ergonomics, workstation, welder, forced postures, physical load.

# INTRODUCCIÓN

El significado práctico de la ergonomía es adaptar la tarea y el entorno de trabajo al humano. Los ergonomistas tratan de diseñar tareas y lugares de trabajo dentro de la capacidad del ser humano. Existen muchos ejemplos de tareas, entornos de trabajo e incluso productos, que no tomaron en consideración las capacidades humanas.

La mayoría de las tareas que realizan los soldadores están dictadas por el diseño del elemento que se está trabajando. En muchos casos, los materiales son grandes, pesados y pueden estar cubiertos de óxido o suciedad. Sin embargo, existen numerosas ayudas de trabajo como accesorios, plantillas y porta piezas disponibles para ayudar a los soldadores a realizar su trabajo y reducir el riesgo de lesiones. Además, existen disponibles sillas y/o abrazaderas especiales que brindan soporte para el cuerpo, mientras realiza tareas evitando una postura incómoda.

Por ello, es que la presente investigación tiene por objetivo efectuar un análisis ergonómico para proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, 2022. La investigación se estructura en cinco capítulos para evidenciar cada una de sus etapas:

En el primer capítulo, se evidencia el planteamiento de la situación problemática, además de que se formulan las preguntas y objetivos, sumándose la justificación y la importancia, delimitándose la investigación, generándose las hipótesis y operacionalizándose sus variables.

En el segundo capítulo, se evidencia el sustento teórico de la investigación, conteniendo las investigaciones previas desde una perspectiva internacional, nacional y regional, además de desarrollar la base teórica.

En el tercer capítulo, se resalta la metodología, desde el método, alcance y diseño, además de la población y muestra seleccionada, evidenciando también la técnicas, instrumento y herramientas de ingeniería utilizadas.

En el cuarto capítulo, se evidencia la evaluación ergonómica utilizando el cuestionario Nórdico, el software global E-Lest, el software ergo/IBV y sus softwares específicos REBA y OWAS; mostrándose los resultados obtenidos en capturas debidamente interpretadas.

Finalmente, en el quinto capítulo, se evidencia la propuesta de solución desde la ergonomía, corroborándose su factibilidad económica. Se adjuntan también las conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas citadas en la presente

investigación. Se cierra con los anexos que incluyen el sustento detallado del análisis mediante softwares, ergonómicos además de la matriz IPERC del puesto de soldador.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

Análisis ergonómico para proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, 2022.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los soldadores comprenden un gran grupo ocupacional que trabaja muchas horas en posturas forzadas. Mantener una postura forzada puede causar fatiga muscular temprana, mientras que en casos graves, puede provocar trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo a largo plazo; además, las posturas forzadas prolongadas pueden causar lesiones laborales a los trabajadores, lo que provocará daños fisiológicos y psicológicos a largo plazo. Mientras tanto, los trastornos músculo-esqueléticos son las lesiones ocupacionales más comunes en todo el mundo y la causa más común de dolor y discapacidad a largo plazo en los trabajadores. Es innegable que la mecanización completa sería el mejor enfoque para minimizar la fatiga y las lesiones de los trabajadores, pero, debido al alto costo, las intervenciones ergonómicas para los trabajadores siguen siendo necesarias y efectivas para las empresas de menor escala o microempresas. Por lo tanto, sobre la base de la situación actual con respecto a la seguridad y los riesgos laborales graves, la investigación ergonómica centrada en la postura de soldadura puede proteger eficazmente la salud física y mental de las personas y prevenir accidentes (Zhang et al. 2019).

Guirre-Galindo (2020), destaca que “los avances que la tecnología ha dado en materia de soldadura, el desarrollo e implantación de nuevos procesos y técnicas, usando diferentes tipos de materiales; han provocado que el soldador se vea expuesto a una serie de riesgos en materia de salud” (p.2). Cabe resaltar que entre los principales riesgos detectados pueden señalarse: “el trabajo en posturas fijas por períodos prolongados de

tiempo, el punteo o la soldadura en posiciones no naturales o con inclinación severa del tronco, la carga de materiales de más de 30 Kg. muchas veces sin usar el método adecuado, o bien, materiales pesados surtidos por debajo de la cintura”. Queda claro que todas estas acciones provocan “fatiga en la gente y la aparición de trastornos, lo cual se refleja sobre todo en problemas de espalda baja” Guirre-Galindo (2020, p. 3). A su vez esto va a repercutir en un costo significativo para la industria; pudiendo eliminarse estas causas raíz de manera ingeniosa, sin requerir una alta inversión, considerando como base de la mejora el uso de la ergonomía.

A nivel mundial, más de 560 000 trabajadores sufren lesiones cada año por accidentes causados al soldar, según la Oficina de Estadísticas Laborales. Por cada 100 millones de horas de trabajo, aproximadamente 1000 trabajadores sufren una lesión relacionada con la acción de soldar. Eso es 100 veces peor que la tasa media de lesiones de todos los demás trabajadores, lo que hace que la seguridad en la soldadura sea aún más importante (Safesite, 2022). De acuerdo con la Organización Mundial del Trabajo, “aproximadamente 7 500 personas al día pierden la vida, 1 000 de estos casos se dan a causa de accidentes laborales y cerca de 6 500 por enfermedades laborales” (p. 18). Además, cada año, las muertes laborales a nivel mundial ascienden a 1,9 millones, produciéndose además unos 360 millones de accidentes laborales no mortales que generan más de 4 días de baja laboral.

A nivel nacional, las estadísticas de enfermedades ocupacionales presentadas por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo en los años 2013 a 2018, muestran un aumento de enfermedades ocupacionales respecto a años anteriores, ocupando el segundo lugar las posturas forzadas con un registro bastante alto. De acuerdo con el informe anual del Ministerio de Trabajo (2021), sucedieron “214 accidentes laborales mortales, más de 25,000 accidentes laborales no mortales y 7 casos de enfermedad laboral” citado en Aranda (2022, p. 25).

A nivel local, Roque (2017) y Albarracín y Carpio (2020), evidencian en sus investigaciones un nivel de riesgo muy alto en el puesto de soldador. Además, encuentran que los soldadores arequipeños en la mayoría de ocasiones, no cuentan con las disposiciones o controles convenientes, por esta razón los trabajadores desconocen el nivel de riesgos ergonómicos a los que están expuestos, lo que muestra molestias en su salud física, debido a que el soldador utiliza diferentes posturas para realizar su trabajo.

La problemática evidenciada, surge en la empresa motivo de estudio, sobresaliendo la reiterada inasistencia de los colaboradores que se desempeñan en el puesto de soldador, los cuales están expuestos a peligros, además de elementos propios del proceso

como la dañina radiación UV durante la soldadura por arco, chispas y salpicaduras, o incluso los peligros de la corriente eléctrica, adicionándose también los riesgos invisibles de la soldadura, como por ejemplo, el inhalar humos de soldadura nocivos. Incluso las pinzas que portan el electrodo, antorchas o pistolas son pesadas y poco manejables, cuando no se adaptan ergonómicamente, dificultando el proceso del trabajo diario de los soldadores. A menudo, los cordones largos deben soldarse sin detenerse y el conjunto de cables se arrastra hacia atrás o se debe levantar a la posición correcta. Cuando la soldadura se realiza con los brazos en posición elevada, el material de soldadura gotea, los músculos de la espalda y miembros superiores duelen y el peso de la pinza porta electrodos, aparentemente mínimo por la postura incómoda, se convierte rápidamente en una carga.

Por lo tanto, la presencia de posturas inadecuadas y repetitivas, cargas de trabajo variadas, riesgos psicosociales y un entorno físico cambiante, motivan la presencia de lesiones musculoesqueléticas, generando ausencia de los colaboradores y pérdida de productividad para la empresa.

Queda claro que existen múltiples formas de proteger al soldador de todos estos peligros: el uso de equipo de protección personal (EPP) cuando se suelda se considera una cuestión de rutina y protege la piel y, sobre todo, los ojos de la radiación y las lesiones causadas por salpicaduras de soldadura y chispas. Los sopletes de extracción de humos, las caretas de soldar ventiladas o los sistemas de extracción de humos, pueden filtrar los humos de soldadura tóxicos del aire y proteger así los órganos respiratorios del soldador. Sin embargo, un análisis ergonómico del puesto de trabajo es una medida urgente a ser tomada en dicha empresa.

Por ello teniendo en cuenta todos los inconvenientes que se ocasionan en el puesto de soldador, es necesario realizar un análisis ergonómico para proponer mejoras al puesto de soldador en una empresa metal mecánica de Arequipa.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 Problema general**

¿Cuál es el resultado del análisis ergonómico para proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, 2022?

### **1.3.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es el diagnóstico ergonómico del puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, en cuanto a su entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo?
- ¿Cuál es el resultado de la aplicación de herramientas ergonómicas específicas a los trabajadores en la operación de soldadura actual de la empresa metalmecánica?
- ¿Qué mejoras se considerarán para reducir el riesgo ergonómico durante la soldadura en la empresa metalmecánica de Arequipa?

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo general**

Efectuar un análisis ergonómico para proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, 2022.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar ergonómicamente el puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, en cuanto a su entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo.
- Determinar el resultado de la aplicación de herramientas ergonómicas específicas a los trabajadores en la operación de soldadura actual de la empresa metalmecánica
- Proponer mejoras para reducir el riesgo ergonómico durante la soldadura en la empresa metalmecánica de Arequipa.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Justificación**

#### **1.5.1.1 Justificación técnica**

El presente estudio aportará al conocimiento sobre los factores ergonómicos de los soldadores que presentan un riesgo laboral alto, buscando mejorar su confort laboral, su seguridad y por consiguiente incrementar el desempeño del trabajador.

El factor de riesgo de postura corporal incómoda, se define como mantener una postura estática sin apoyo o realizar una postura incómoda, como agacharse, estirarse o torcerse. Esto sucede cuando las partes del cuerpo se colocan lejos de su posición neutral.

Cuanto más tiempo se mantenga la postura incómoda, mayor será el riesgo de lesiones. Algunos ejemplos de posturas incómodas incluyen flexión/extensión de la muñeca, abducción excesiva de los hombros. Flexión hacia adelante de los hombros (estirarse hacia adelante) y doblar o torcer la cintura o el cuello. El objetivo es mantener una posición neutral del cuerpo y mantener los brazos y las piernas lo más cerca posible del tronco.

Actualmente, un gran número de empresas en el Perú enfrentan problemas por accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales que generan costos. Esto se puede prevenir y evitar a través del ambiente de trabajo para poder mejorar la salud y la comodidad de los trabajadores, contribuyendo así a una mayor productividad.

La investigación se justifica técnicamente en su propósito, el cual es desarrollar un estudio de posturas incorrectas de los trabajadores que realizan trabajos de soldadura, ya que estos trabajos pueden ocasionar enfermedades profesionales, resultando en el aumento de descansos médicos, afectación de la jornada laboral y la mala calidad de vida de los trabajadores, con el fin de reducir el riesgo ergonómico, analizándolo desde su entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo.

A esto se suma que, en la actualidad, existen pocos estudios ergonómicos sobre soldadores, y algunos de los modelos que se establecieron en la investigación relacionada se han simplificado en exceso. Muchas conclusiones de investigación basadas en datos corporales europeos o estadounidenses no reflejan el verdadero estado de trabajo de los soldadores peruanos. Por lo tanto, se necesita más investigación para superar las limitaciones de los métodos de investigación tradicionales y validar y complementar los resultados existentes. No es difícil ver que los estudios ergonómicos se dividen aproximadamente en dos partes: la mejora del equipo y la mejora de la postura de trabajo. Por lo tanto, la postura de soldadura y el rendimiento de la antorcha de soldadura de acuerdo con los requisitos ergonómicos de seguridad, pueden aumentar la productividad del soldador, reducir las lesiones y los accidentes y mejorar la economía de una empresa.

Por consiguiente, en el aspecto económico se conseguirá mayor productividad, mayor ganancia de la empresa, mayores impuestos y mayores utilidades para los trabajadores.

### **1.5.1.2 Justificación económica**

El objetivo de la ergonomía es aumentar la productividad, incrementando el rendimiento y la comodidad de los empleados y reduciendo las lesiones y los errores. Las empresas que atienden la comodidad y la salud de los miembros del personal son recompensadas con un mayor desempeño y una alta lealtad laboral.

La ergonomía ofrece un terreno común maravilloso para la colaboración laboral y gerencial, ya que invariablemente ambos pueden beneficiar a los gerentes, en términos de costos reducidos y productividad mejorada, a los empleados en términos de seguridad, salud, comodidad, facilidad de uso de herramientas y equipos, incluido el software, y mejoras en la seguridad, la salud y la comodidad.

La exposición a los riesgos laborales, a menudo conduce a lesiones y enfermedades laborales asociadas con el costo económico (Organización Internacional del Trabajo, 2013). La evidencia indica que las lesiones, enfermedades y muertes ocupacionales crean un costo no solo para el empleado sino también en los empleadores y la comunidad. Un estudio de Safe Work Australia (2015), reveló que los trabajadores, los empleadores y la comunidad soportan aproximadamente 77 %, 5 % y 18 % del costo de las lesiones y enfermedades profesionales relacionadas con el trabajo, respectivamente. Shalini (2009), indica que los empleadores incurren en costos médicos entre US\$11 287 y US\$ 132 749 por accidentes laborales. En consecuencia, el Estado incurre entre US\$ 259.000 y US\$ 718,574 de costo médico por accidentes de trabajo, mientras que el empleado pierde un máximo de US\$ 185 358, dependiendo del número de días-hombre perdidos de trabajo debido a lesiones ocupacionales y enfermedades.

Por consiguiente, en el aspecto económico se conseguirá una mayor productividad, mayor ganancia para la empresa, mayores ingresos por impuestos para el Estado y mayores utilidades para los trabajadores.

### **1.5.1.3 Justificación social**

Con respecto a la justificación en el aspecto social, este estudio permitirá realizar un diagnóstico fidedigno y real de todas las actividades del área de soldadura, que involucran a todo un equipo de trabajo, con este estudio se busca realizar una mejora continua con todos los colaboradores, que permitirá ser más competentes y eficientes en cada uno de los trabajos. Es así que, en el aspecto social permitirá que las empresas y futuros profesionales, se beneficiarán de este estudio y tendrán el conocimiento para realizar un correcto trabajo al desempeñarse como soldadores.

La existencia de condiciones ergonómicas adecuadas, es fundamental para garantizar un óptimo desempeño del trabajo y preservar al máximo activo importante de una empresa: el capital humano. La mejor manera de lograr esto, es implementar principios ergonómicos desde el diseño de máquinas, procesos de producción y sistemas de gestión.

Finalmente, este estudio desarrollará también una propuesta adecuada y factible de poder implementarse, utilizando acciones y equipos sencillos de adquirir e

implementarse, lo que repercutirá en beneficios para los colaboradores, permitiendo que tengan mejores condiciones laborales que terminarán influyendo también en el bienestar de sus familias. Por consiguiente, esto permitirá que la empresa también genere una buena imagen de cuidado y respeto hacia sus trabajadores, además de una reputación de ser una empresa segura y un buen lugar para laborar.

### **1.5.2 Importancia de la investigación**

La importancia de la ergonomía supera con creces la comodidad. Un entorno de trabajo o una tarea que hace que un operador de soldadura alcance, mueva, agarre o gire repetidamente de una manera inusual, o incluso que permanezca en una postura estática durante un tiempo prolongado sin el descanso adecuado, puede convertirse literalmente en algo más que un dolor de cabeza. Con el tiempo, puede provocar lesiones por esfuerzo repetitivo con impactos de por vida y eso puede incluso impedir que un operador de soldadura trabaje y mucho menos rinda.

Las personas nacen con ciertas limitaciones, y cuando el diseño del trabajo excede las limitaciones normales, se produce un desgaste excesivo del cuerpo, lo que acelera el daño que puede provocar trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (trastornos musculoesqueléticos, por sus siglas en inglés): lesiones en los músculos, tendones, ligamentos, articulaciones, nervios y/o discos espinales.

La ergonomía protege a los operadores de soldadura de lesiones y puede mejorar la productividad y la rentabilidad de una operación de soldadura. Las posturas y movimientos estresantes tienden a ser ineficaces. Levantar cajas desde el nivel del suelo o estirarlas más allá de la longitud de un brazo, requiere más tiempo. Estas posturas y movimientos repetidos a lo largo del año por varios empleados, pueden tener un impacto significativo en las ganancias de la empresa.

Al reducir de forma proactiva el riesgo de lesiones, las empresas pueden mejorar la productividad, al tiempo que reducen las ausencias de los empleados y eliminan el pago de horas extra para los trabajadores de reemplazo, que pueden no ser tan eficientes o competentes. La eliminación de posturas y movimientos estresantes, también puede ayudar a reducir la rotación de empleados y los costos de capacitación para reemplazar a los operadores de soldadura que rápidamente deciden “este trabajo no es para mí”.

Según las estadísticas de la Oficina de Trabajo, los trastornos musculoesqueléticos representan el 29 % de todas las lesiones por días de trabajo perdidos y aproximadamente el 34 % de todas las reclamaciones de compensación laboral, y les cuestan a los empleadores \$20 mil millones cada año en compensación laboral.

Algunas posturas de soldadura comunes que se consideran incómodas y estresantes incluyen arrodillarse, ponerse en cuclillas, torcer el torso, apoyarse en una superficie dura, mantener los brazos alejados del cuerpo o por encima de la altura de los hombros durante largos períodos de tiempo, encorvarse o agacharse, y también mirar hacia arriba.

Las mejores posturas, son aquellas que están lo más cerca posible de la neutralidad, una posición en la que el cuerpo descansaría si no estuviera haciendo nada. El uso de principios ergonómicos probados, puede mejorar drásticamente la forma en que un operador de soldadura realiza una tarea, reduciendo así la exposición a factores de riesgo y aumentando simultáneamente la productividad. Un simple ajuste de la estación de trabajo o el uso de diferentes herramientas, puede marcar una gran diferencia en la salud y el bienestar a largo plazo de un operador, así como en los resultados de la empresa.

Los operadores de soldadura deben colocar su trabajo entre la cintura y los hombros siempre que sea posible, para asegurarse de que están trabajando en una postura casi neutral. Lograr esta postura, puede significar el uso de taburetes de trabajo o sillas de altura ajustable, así como mesas elevadoras y abrazaderas giratorias u otros equipos de posicionamiento de materiales. Todas estas soluciones pueden reducir las posturas incómodas y permitir que los empleados trabajen en posiciones más neutras.

El objetivo es garantizar la seguridad del operador de soldadura, lo que requiere un compromiso activo tanto por parte del individuo como de la gerencia. Obtener el beneficio de la ergonomía, es un esfuerzo de equipo que, en última instancia proporciona un entorno de trabajo cómodo, conduce a una operación de soldadura más productiva y rentable y garantiza la salud a largo plazo del operador de soldadura (Monk y Jack 2018).

## **1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Delimitación espacial**

La investigación se realizó en una empresa metal mecánica de Arequipa en el puesto de soldador.

### **1.6.2 Delimitación temporal**

El estudio ergonómico y el levantamiento de datos se realizaron entre los meses de mayo a agosto del 2021.

### **1.6.3 Delimitación social**

La investigación comprende a los trabajadores de la empresa metalmecánica.

#### **1.6.4 Delimitación conceptual**

La investigación se basa en los conceptos de ergonomía, como la ciencia de adaptar una estación de trabajo a las necesidades y habilidades individuales de un trabajador. En última instancia, el objetivo es aumentar la productividad, la eficiencia y reducir las posibilidades de molestias que podrían provocar lesiones. Tiene en cuenta cualquier posición sentada, de pie, arrodillada y los movimientos que hace un empleado a lo largo del día. Esto incluye cualquier fatiga visual y movimientos repetitivos en las articulaciones, como las muñecas, las rodillas, el cuello, la espalda, las caderas y los tobillos.

#### **1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente estudio es viable, ya que se cuenta con los elementos técnicos y operativos que permitieron el logro de las metas propuestas, se cuenta con los recursos humanos, económicos y de acceso a los datos requeridos para concluir con la investigación.

#### **1.8 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

El análisis ergonómico del puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, evidencia un riesgo alto, siendo necesario diseñar una propuesta de mejora.

#### **1.9 VARIABLES E INDICADORES**

##### **1.9.1 Variable independiente**

Propuesta de mejora.

##### **1.9.2 Variable dependiente**

Análisis ergonómico.

### 1.9.3 Operacionalización de variables

En la tabla 1, se presenta la operacionalización de variables.

**Tabla 1.**

*Operacionalización de variables*

<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Análisis ergonómico	Entorno físico	Iluminación
		Ruido
		Ventilación
		Temperatura
		Orden y limpieza
	Carga física	Estática
		Dinámica
	Carga mental	Apremio de tiempo
		Complejidad
		Atención
Aspectos psicosociales	Iniciativa	
	Estatus social	
	Comunicaciones	
Propuesta de mejora	Tiempos de trabajo	Relación con el mando
	Entorno físico	Tiempos
		Temperatura
	Posturas	Ventilación
		Análisis postural
		Riesgos asociados
	Tareas repetitivas	Cuello-hombro
	Mano-muñeca	

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las investigaciones previas citadas guardan relación con la problemática que motiva este estudio, siendo relevantes y útiles para guiar y aclarar dudas aprovechando la experiencia de los autores.

##### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

Zhang et al. (2019), construyeron y evaluaron seis humanos digitales y un modelo de antorcha de soldadura con base en el software Jack, para mejorar la ergonomía de las posturas de pie de los soldadores. Se diseñaron tres conjuntos de acciones de soldadura de pie: caminar, levantar el brazo y contraer el brazo. Mediante el análisis de la parte inferior de la espalda, el análisis de la postura de trabajo de Ovako, la evaluación de la comodidad y la evaluación rápida de las extremidades superiores, este documento evaluó el rango óptimo del peso de la antorcha de soldadura, la postura de las extremidades superiores y la postura del cuello del soldador. En primer lugar, los resultados muestran que los soldadores chinos no deben usar un soplete de soldadura con un peso de más de 6 kg. cuando están de pie. En segundo lugar, para hombres adultos en los percentiles 5, 50 y 95 del tamaño corporal, la mejor distancia operativa es de 321 mm., 371 mm. y 421 mm., respectivamente, y la mejor altura operativa es 1 050 mm., 1 100 mm. y 1 150 mm., respectivamente; para mujeres en los mismos percentiles, la distancia operativa óptima es 271 mm., 321 mm. y 371 mm., respectivamente, y la altura operativa óptima es 1 000 mm., 1 050 mm. y 1 100 mm., respectivamente. La estrategia de ajuste no solo tiene un efecto positivo en la mejora de la postura operativa de los soldadores y la prevención de la fatiga y las lesiones del soldador, sino que también desarrolla ideas de investigación para promover la seguridad desde la perspectiva de la ergonomía.

Tahmasebi et al. (2020), evaluaron la postura de los soldadores y su análisis biomecánico mediante el uso de software de aplicación interactiva tridimensional asistida por computadora (CATIA). Materiales y métodos: este estudio se realizó entre soldadores de la compañía de transmisión de gas iraní. Las posturas evaluadas que incluyeron tres posturas, se determinaron a partir de fotos y videos que se registraron durante el proceso de soldadura. Después de determinar las posturas objetivo, se simularon modelos humanos digitales en el software CATIA. Luego, se realizó el método de evaluación rápida de miembros superiores (RULA) y el análisis biomecánico de fuerzas en los modelos digitales humanos. Resultados: Los resultados analíticos se extrajeron directamente del software CATIA. Los puntajes finales de las tres posturas evaluadas utilizando el método RULA, indicaron que para dos posturas se requiere una acción correctiva inmediata y para una postura se debe tomar una acción correctiva en un futuro cercano. Además, el análisis biomecánico de las fuerzas en una de esas posturas, reveló fuerzas superiores al límite recomendado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional. Conclusión: el software CATIA proporciona una mejor evaluación de las condiciones de los trabajadores en los lugares de trabajo. El análisis mediante el método RULA, es una medida significativa en la evaluación y rediseño de estaciones de trabajo. se deben tomar medidas correctivas en un futuro próximo. Además, el análisis biomecánico de las fuerzas en una de esas posturas, reveló fuerzas superiores al límite recomendado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional. Conclusión: el software CATIA proporciona una mejor evaluación de las condiciones de los trabajadores en los lugares de trabajo. El análisis mediante el método RULA, es una medida significativa en la evaluación y rediseño de estaciones de trabajo. se deben tomar medidas correctivas en un futuro próximo. Además, el análisis biomecánico de las fuerzas en una de esas posturas, reveló fuerzas superiores al límite recomendado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional. Conclusión: el software CATIA proporciona una mejor evaluación de las condiciones de los trabajadores en los lugares de trabajo. El análisis mediante el método RULA es una medida significativa en la evaluación y rediseño de estaciones de trabajo.

Suman, Debamalya, y Shankarashis (2018), realizaron el análisis de la postura de los trabajadores en el sector manufacturero de la India. La fabricación desempeña un papel importante en el desarrollo de un país. Se requieren muchas participaciones humanas para lograr ejecutar las diversas operaciones involucradas en esta área. Las horas de trabajo manual con herramientas de diseño tradicional y la postura de trabajo no ergonómica, pueden causar problemas y trastornos musculoesqueléticos y otros problemas de salud ocupacional entre soldadores. Las jornadas laborales prolongadas superan la capacidad

física de los trabajadores que provoca molestias, fatiga, dolor en las articulaciones, hinchazón, distensión, esguince de ligamentos y tejidos blandos. Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WRMSD) en forma de lesiones por movimientos repetitivos, trastornos traumáticos acumulativos, fatiga corporal y tensión. Las lesiones son problemas de salud muy comunes de los trabajadores de diferentes unidades de soldadura de pequeña y mediana escala en nuestro país. La productividad y los beneficios económicos de las unidades de soldadura, están muy relacionadas con el confort físico de los soldadores. Los datos del trastorno musculoesquelético de los trabajadores de unidades de soldadura, fueron recolectados evaluados y validados utilizando RULA, OWAS y Cuestionario de Incomodidad, proponiendo una solución de diseño ergonómico.

Tadesse et al. (2016), buscaron determinar el nivel de conciencia de los riesgos laborales y los factores asociados entre los empleados de soldadura en Lideta Sub-City, Addis Abeba, Etiopía. Se realizó un estudio transversal basado en el lugar de trabajo entre los empleados de soldadura de la subciudad de Lideta, Addis Abeba, Etiopía, de abril a mayo de 2015. Se utilizó un muestreo estratificado seguido de técnicas de muestreo aleatorio simple, para seleccionar a los participantes del estudio. Se utilizó un cuestionario estructurado y probado a nivel piloto para recopilar datos. Se emplearon análisis multivariados para ver el efecto de las variables explicativas en la conciencia de los trabajadores sobre los riesgos laborales. Según el criterio de sensibilización, el 86,5 % de los trabajadores encuestados conocían los riesgos laborales. Una mayor experiencia laboral, la presencia de un reglamento de trabajo, la satisfacción laboral, estar casado, ser soltero y un mayor nivel educativo fueron factores significativamente asociados con la conciencia de los trabajadores sobre los riesgos laborales. Este estudio reveló que el nivel de conciencia de los riesgos laborales entre los soldadores era alto; sin embargo, esto no significa que no habrá necesidad de un mayor fortalecimiento de las medidas de seguridad, ya que una proporción significativa de los trabajadores aún tenía poca conciencia. Las intervenciones para aumentar la conciencia de los trabajadores sobre los riesgos laborales deben centrarse en áreas como la provisión de capacitación en seguridad, la promoción de la defensa de la seguridad y el cumplimiento de la normativa de seguridad en el lugar de trabajo adecuado.

Ariyanti et al. (2019), demostraron que la actividad de soldar especímenes en un tubo grande causa varios problemas para el cuerpo, en esta actividad el trabajador se encuentra en una posición de riesgo al levantar un tubo de 90 kg. de peso, levantar la probeta y soldar el tubo con la muestra y el proceso final, es bajar el tubo que ha sido

conectado. El propósito de este estudio es diseñar la estación de trabajo según los principios de la ergonomía para ayudar reducir las quejas físicas de los trabajadores. El método de investigación en este estudio fue el cuestionario Mapa Corporal Nórdico (NBM), para determinar quejas de trastornos musculoesqueléticos (TME); la postura de trabajo fue analizado por el método Rapid Entire Body Assessment (REBA). A partir de los resultados de este estudio, se puede concluir que el trabajo de soldadura requiere una herramienta en forma de banco, soporte de tubería, polea utilizada en una nueva estación de trabajo de soldadura. Con una nueva estación de trabajo, se puede reparar la mala postura de trabajo. Con una nueva estación de trabajo, hay una eficiencia de 8,33 minutos de tiempo de trabajo de las condiciones de trabajo anteriores.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Guevara y Martínez (2019), elaboraron la investigación titulada “Prevención de riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24” en una empresa minera”, aplicada a una muestra no probabilística de 08 soldadores, a quienes se aplicaron las técnicas de la encuesta y la observación, se tuvo como instrumentos: el diagrama de Corlett y Bishop, la Hoja de campo del método REBA y el software online del Método REBA. Los resultados se obtuvieron de la tabulación de los datos recolectados en paquetes informáticos como Microsoft Excel 2013 y el software online REBA, esta información permitió desarrollar medidas de control, las mismas que fueron incluidas en el programa de prevención de riesgos disergonómicos. La investigación tuvo como resultado principal la reducción de riesgos disergonómicos.

Brunette, Morocho-Albarracín y Noriega-Araníbar (2016), evaluaron la identificación de malestares músculo-esqueléticos en una planta de manufactura en Los Olivos, Lima-Perú, el artículo describe el proceso de aplicación de una encuesta de evaluación músculo-esquelética en una planta de fabricación de joyas en Lima, la capital industrial del Perú. El cuestionario utilizado se diseñó siguiendo los principios de la ergonomía participativa, y respetando aspectos socioculturales de la población objetivo. El empleo de la encuesta de evaluación músculo-esquelética posibilita la identificación de malestares músculo-esqueléticos en la persona. Por ejemplo, la aplicación de la encuesta permitió determinar que el malestar más agudo percibido por los trabajadores se ubica en el cuello y los hombros. Por ello, el diseño y la implementación de una encuesta de evaluación músculo-esquelética, constituye un instrumento importante en el análisis de riesgos ergonómicos en empresas industriales. Tras analizar los resultados de la encuesta, se pudo hacer una jerarquización de los riesgos ergonómicos presentes en la planta de joyas a partir de la

percepción de dolor manifestada por los trabajadores. Por ejemplo, los trabajadores percibían con mayor intensidad el impacto de trabajar bajo posturas forzadas en comparación con los movimientos repetitivos.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Roque (2017), en la UNSA, realizó la investigación titulada Análisis y mejora ergonómico del puesto de soldador en una Empresa Constructora de Arequipa. La presente investigación se realizó en una empresa constructora dedicada a la construcción y montaje de obras civiles, mecánicas, etc., que tuvo participación en el proyecto de expansión de la mina Cerro Verde en la ciudad de Arequipa, distrito de Uchumayo, con la obra "Construcción de Sala Line Up, Sala Dispatch, Comedor y Edificio oficinas mina" el cual viene a ser motivo de estudio desde el sentido ergonómico ya que esta obra comprende el montaje de estructuras metálicas y las piezas se fabricaron en las instalaciones de la empresa, por ello en el área de soldadura se analizó y evaluó el proceso de trabajo del puesto de Soldador durante la ejecución de la obra. El objetivo de la investigación es analizar, evaluar y proponer mejoras para dar bienestar y confort al trabajador ante un trabajo repetitivo y como consecuencia del mismo lograr mayores niveles de productividad. Para la evaluación ergonómica se contó con la aplicación de la metodología E-LEST, con esta metodología se evaluó en forma general las condiciones de trabajo. Para la evaluación específica se empleó el software e-RULA de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación global. Luego de identificar los problemas ergonómicos encontrados en el puesto de trabajo se procedió a plantear las propuestas de mejora. El estudio culmina con las conclusiones y recomendaciones a nivel de las mejoras y el estudio planteado. Las propuestas de mejoras se han dado en función de los principios teóricos y a la experiencia práctica de la ciencia ergonómica.

Albarracín y Carpio (2020), realizaron su investigación en la empresa dedicada al rubro metal mecánico, RAM Servicios Generales S.A.C., teniendo como objetivo principal evaluar los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de estructuras metálicas. Esta investigación se efectuó con la descripción del puesto de trabajo, por medio de las técnicas de observación y entrevista no estructurada dadas a los colaboradores, el diagnóstico situacional se desarrolló por medio de la evaluación de riesgos y peligros con la herramienta del IPERC y la identificación de estos riesgos con la utilización del método REBA. Se evaluaron un total de 5 colaboradores, se identificaron posturas inadecuadas y carga estática, como los principales factores de riesgo disergonómico, finalmente, se obtuvieron resultados generales de nivel de riesgo representando un 13 % el cual equivale

a 4 de las mediciones totales en un nivel de riesgo muy alto; un 50 % con un nivel de riesgo alto, equivalente a 15 mediciones del total, y un 37 % con un nivel de riesgo medio equivalente a 11 mediciones del total siendo así considerado los riesgos con un nivel alto, lo cual se concluye que en el puesto de trabajo es necesaria la actuación cuanto antes. Seguidamente se procedió a plantear las medidas de mejora según riesgos identificados en la evaluación.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 La ergonomía**

La ergonomía (o factores humanos), es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, los principios, los datos y los métodos al diseño para optimizar el bienestar humano y el sistema en general. actuación.

La palabra ergonomía proviene de la palabra griega “ergon” que significa trabajo y “nomos” que significa leyes. Es esencialmente las “leyes del trabajo” o “ciencia del trabajo”. Un buen diseño ergonómico elimina las incompatibilidades entre el trabajo y el trabajador y crea el entorno de trabajo óptimo.

La ergonomía se basa en muchas disciplinas para optimizar la interacción entre el entorno de trabajo y el trabajador.

er·go·nom·ics \,ûrg-go-'näm-iks\

La ciencia del trabajo. La ergonomía elimina las barreras a la calidad, la productividad y el desempeño humano seguro al adaptar los productos, las tareas y los entornos a las personas (Salvendy y Karwowski, 2021).

El término ergonomía se deriva de la palabra griega ergos que significa “trabajo” y nomos que significa “leyes naturales de” o “estudio de”. La profesión tiene dos ramas principales con una superposición considerable. Una disciplina, el enfoque de este artículo, y a veces denominada “ergonomía industrial” o “ergonomía física”, se concentra en los aspectos físicos del trabajo y las capacidades humanas, como la fuerza, la postura y la repetición. Una segunda rama, a veces denominada “factores humanos”, está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo, como la carga mental y la toma de decisiones. El campo de la ergonomía atrae a profesionales e investigadores de diversas especialidades, incluidos ingenieros, profesionales de la seguridad, higienistas industriales, terapeutas físicos y ocupacionales y otros especialistas en atención médica. El propósito/objetivos de las aplicaciones de ergonomía en el lugar de trabajo incluyen:

- Reducción de lesiones y enfermedades profesionales.

- Contención de costos de compensación de trabajadores.
- Mejora de la productividad.
- Mejora de la calidad del trabajo.
- Reducción de rotación, ausentes y presentes.
- Cumplimiento de la normativa gubernamental.

Estos objetivos a menudo se alcanzan a través de:

- Evaluar y controlar los factores de riesgo del lugar de trabajo.
- Entrevistas a trabajadores y partes interesadas para identificar problemas y posibles mejoras (información cualitativa).
- Identificar y cuantificar las condiciones de riesgo existentes en el lugar de trabajo (información cuantitativa).
- Recomendaciones de ingeniería y control administrativo para reducir los riesgos identificados.
- Educación de la gerencia y los trabajadores sobre las condiciones de riesgo y las oportunidades de mejora.

Anderson et al. (1985), entre otros autores, describieron sucintamente las actividades de la profesión como “ajustar la tarea a la persona”.

La Asociación Brasileña de Ergonomía – ABERGO Ergonomics, describe la Ergonomía como “disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos o sistemas, y la aplicación de teorías, principios, datos y métodos a proyectos, con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema. Los ergonomistas contribuyen a la planificación, diseño y evaluación de tareas, trabajos, productos, entornos y sistemas para hacerlos compatibles con las necesidades, habilidades y limitaciones de las personas”.

En el pasado se decía que el principal objetivo de la ergonomía, era desarrollar y aplicar técnicas para adaptar elementos del ambiente de trabajo al ser humano, con el objetivo de generar el bienestar del trabajador y consecuentemente incrementar su productividad –presente incluso en legislación a través de la Norma Reglamentaria. Hoy se puede afirmar que estos conceptos van más allá, siendo considerado como principal factor para el mantenimiento de la calidad de vida.

Extendiéndose, la ergonomía ayuda a designar el estado cualitativo que resulta de cada una de las particularidades de un sistema optimizado. Por su propia forma, la ergonomía se nutre de una variada gama de recursos de disciplinas que se relacionan con el hombre considerando aspectos fisiológicos, psicológicos, médicos, sociológicos y antropológicos, económicos y de ingeniería, entre otras (Salvendy y Karwowski, 2021).

### 2.2.2 Tipos de la ergonomía

La ergonomía (o factores humanos), es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, los principios, los datos y los métodos al diseño para optimizar el bienestar humano y el bienestar general. Los ergonomistas contribuyen al diseño y evaluación de tareas, trabajos, productos, entornos y sistemas para hacerlos compatibles con las necesidades, capacidades y limitaciones de las personas (Helander, 2005).

La ergonomía como disciplina, promueve un enfoque holístico del diseño del trabajo humano que tiene en cuenta los factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales, ambientales y otros factores relevantes.

- La ergonomía física podría decirse, que es el tipo de ergonomía más importante, ya que la mayoría de los empleadores priorizan la comodidad física cuando intentan acomodar a sus trabajadores. La ergonomía física se centra en las formas en que los cuerpos de las personas interactúan con las herramientas que utilizan a diario.
- La ergonomía cognitiva se ocupa de la capacidad de la mente para procesar información e interactuar con los datos. Encontrar formas de ayudar a las personas a retener datos, es una de las áreas de estudio clave para los ingenieros en este campo. Además, ponen mucho énfasis tanto en el diseño como en la visibilidad de las señales de seguridad en los lugares de trabajo.
- La ergonomía organizacional, examina formas de optimizar lugares de trabajo completos. Esto implica encontrar formas de optimizar el trabajo en equipo, mejorar las comunicaciones, aumentar la producción y reforzar la calidad general de un producto. Los lugares de trabajo disfuncionales con altas tasas de insatisfacción laboral a menudo brindan a los ingenieros biomédicos ricos campos de juego en los que hacer su magia (Broberg, 2015).

La Ergonomía ha evolucionado más allá de su intención original de cambiar el trabajo. Encontrar soluciones más allá de mejores productos, recreación, aprendizaje y aplicaciones para la vida son un desafío. Nos enfrentamos a la paradoja de encontrar aplicaciones ilimitadas, usuarios y tecnologías emergentes con herramientas y base de conocimientos finitos. Un enfoque macro ergonómico que considere los contextos organizacionales y tecnológicos, es una forma de enfrentar este desafío. Involucrar a las personas en la implementación del cambio ergonómico, es un método macro ergonómico. Los éxitos de la ergonomía participativa se atribuyen a varias claves: centrarse en

soluciones locales; considerando el contexto organizacional; y atender las necesidades humanas. Encontrar formas de acceder al contexto emocional es un componente importante en la implementación exitosa de la ergonomía (Seim, Broberg y Andersen, 2014).

### **Ergonomía física**

La ergonomía física se refiere a las capacidades físicas y fisiológicas de los usuarios cuando se trata de un producto. Históricamente es la rama de la ergonomía más conocida por el público en general, muchas veces se asocia con la comodidad de uso. La ergonomía física estudia la relación entre el cuerpo y una máquina. El primer objetivo de estos estudios era evitar los trastornos musculoesqueléticos (TME) durante el trabajo en la fábrica.

Se han definido estándares para ayudar a los ingenieros a diseñar productos en línea con la flexibilidad humana teórica, pero esto no ha sido suficiente. También era necesario tener en cuenta los usos reales según los contextos de la actividad. Para eso los estándares son ineficientes, hay que ver a los usuarios en su entorno.

Los estándares permiten hacer una linterna que tenga un buen agarre, que se ajuste bien a la mano y se encienda con un botón colocado cerca del pulgar. La observación del campo permite descubrir que los usuarios se lo ponen en la boca para encenderse teniendo las manos libres para trabajar; tener en cuenta esta forma de utilizar la herramienta, permite adaptarla a los usuarios y hacerla realmente ergonómica (Attarça 2021).

La ergonomía física está ligada al diseño del producto. Tener en cuenta lo que puede hacer teóricamente y realmente con un objeto garantiza una buena experiencia de usuario. Esto es algo más fácilmente verificable para productos físicos que para aplicaciones y software, porque estos productos virtuales se utilizan en máquinas físicas estandarizadas: teléfonos inteligentes y computadoras.

Sin embargo, si la interfaz diseñada obliga a los usuarios a multiplicar los movimientos del mouse y los clics por la más mínima acción, no es imposible desarrollar MSD usando software de computadora. En este punto, la experiencia del usuario se ve afectada por la ergonomía física incluso si la interfaz gráfica está bien diseñada.

Diseñar una buena experiencia de usuario, significa simplificar el uso de las aplicaciones según quién las usa, dónde y para qué. Una misma aplicación no ofrecerá la misma experiencia a alguien que esté acostumbrado a la tecnología digital que a alguien que no se sienta muy cómodo con ella (Attarça 2021).

La ergonomía física desea analizar lo referente a la anatomía, antropometría, fisiológica y biomecánica humana, se relacionan con las actividades físicas. Esto incluye:

- Postura en el trabajo.
- Manejos manuales.
- Movimiento repetitivo.
- Trastorno musculoesquelético.
- Disposición y ambiente de trabajo (Nibusinessinfo, 2021).

### **Ergonomía cognitiva**

Se refiere a la comprensión de los sistemas por parte de los usuarios. Estudia el aspecto psicológico de los usuarios ante una interfaz física o digital (Attarça 2021).

Es la ergonomía la que está más directamente ligada al diseño porque comparte el mismo objetivo de diseñar interfaces que sean fáciles y agradables de usar.

Históricamente, está ligado a la aviación. Siguiendo el desarrollo de la aeronáutica durante las guerras mundiales y los desafortunados accidentes durante las siguientes décadas, tratamos de entender cómo pensaban los pilotos en una situación de vuelo. Las cabinas se simplificaron, los controles se distinguieron por ayudas visuales que aligeraron la carga mental y limitaron los errores.

Luego, la disciplina se exportó a la informática para facilitar el uso de lo que los ingenieros diseñaron con su lógica que no es fácil de usar. Tener en cuenta el aspecto cognitivo de los usuarios, permite adaptar las funcionalidades del software y las aplicaciones a sus capacidades en un determinado contexto de uso.

Diseñar una buena experiencia de usuario, significa simplificar el uso de las aplicaciones según quién las usa, dónde y para qué. Una misma aplicación no ofrecerá la misma experiencia a alguien que esté acostumbrado a la tecnología digital que a alguien que no se sienta muy cómodo con ella. La experiencia no será la misma si uno usa una aplicación solo en casa o en grupo al aire libre (Attarça, 2021).

La ergonomía cognitiva es una división de la ergonomía (o factores humanos): una disciplina y prácticas que tienen como objetivo garantizar una "interacción adecuada entre el trabajo, el producto y el entorno, y las necesidades, capacidades y limitaciones humanas". En esta interacción humano-sistema, la ergonomía cognitiva se centra en los procesos mentales, especialmente en las funciones cognitivas y las interacciones a nivel psicológico/conductual.

El trasfondo teórico se basa en la psicología cognitiva, así como en otras ciencias cognitivas. El objetivo es dilucidar la naturaleza de las capacidades y limitaciones humanas en el procesamiento de la información. En la ergonomía cognitiva, estos aspectos se estudian en el contexto del trabajo y otros sistemas. En los últimos años, también ha habido

una tendencia a explotar los métodos de la neurociencia también en el campo de la ergonomía. El término neuro ergonomía se utiliza cuando la atención se centra en funciones neurológicas y fisiológicas y explicaciones biológicas (Parasuraman, 2003).

En el futuro, la mayor cantidad de trabajadores que envejecen, se convertirá en un factor que puede afectar la diversidad en la capacidad laboral. Las variables cognitivas que son críticas para el desempeño en varias ocupaciones, pueden comenzar a mostrar efectos relacionados con la edad después de los 45 años, aunque la variación individual es grande. Hay reducciones relacionadas con la edad en la función visual y auditiva al menos hasta cierto punto. Algunos procesos mentales que son críticos para muchos trabajos, es decir, la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas, así como el desempeño de tareas duales y el cambio de tareas, parecen verse más afectados por la edad. Las funciones cognitivas de nivel superior también parecen disminuir con la edad, aunque la práctica y la experiencia mejoran el rendimiento en personas de todas las edades.

Además, investiga el proceso mental (percepción, cognición, memoria, razonamiento y emoción) y la manera como una persona interactúa con un producto, sistema y su entorno. Esto abarca:

- Cargas de trabajo mental.
- Toma de decisiones.
- Interacción persona-ordenador.
- Fiabilidad humana.
- Actitudes.
- Estrés.
- Motivación.
- Placer.
- Diferencia cultural (Nibusinessinfo, 2021).

### **Ergonomía organizacional**

La ergonomía organizacional es el estudio de los sistemas complejos, las comunicaciones y la gestión de grupos. Sus raíces están ligadas al mundo militar. Durante complejas maniobras de vehículos, los soldados dudaban entre responder a las órdenes de su comandante o del experto en vehículos. En el mundo empresarial, el gerente y el supervisor igualmente pueden dar órdenes contradictorias y dar lugar a fallas relacionadas con la organización interna formal e informal.

Esta forma de ergonomía se asocia fácilmente con el diseño de productos. Organizar bien las comunicaciones entre equipos y dentro de una empresa, es esencial

para producir algo (como una aplicación móvil) a tiempo y sin estrés. En cierto modo, esto es lo que intentan hacer los métodos ágiles al maximizar la comunicación horizontal en lugar de la vertical y al multiplicar las reuniones cortas para que todos puedan expresarse (Attarça 2021).

Más directamente relacionado con la experiencia del usuario, la usabilidad organizacional debe tenerse en cuenta para la parte invisible de una aplicación, lo que realmente sucede cuando un usuario presiona un botón.

En el caso de una aplicación de compra online, validar un pedido significa enviar mensajes a diferentes actores: repartidores, tiendas, servicio posventa, etc. Los mensajes deben ser enviados, leídos y entendidos por todas las partes involucradas, y el usuario debe ser dada la posibilidad de realizar un seguimiento de su pedido.

Si la comunicación entre todos los actores de un servicio no está coordinada, existe el riesgo de impactar la experiencia general del usuario, no debido a la interfaz sino a la satisfacción del cliente.

Pensar más allá del aspecto gráfico de una interfaz y tener en cuenta las implicaciones físicas, cognitivas y organizativas del uso de una aplicación nos permite dar un paso más en el diseño de experiencias de usuario óptimas. La actividad debe ser pensada en conjunto, no como una serie de acciones aisladas (Attarça. 2021).

Su objetivo principal es la optimización de la estructura, política y proceso organizacional de un sistema sociotécnico. Por ello consta de:

- Comunicaciones.
- Diseños de trabajo.
- Administración del personal.
- Tiempos de trabajo.
- Trabajos cooperativos.
- Gestionar la calidad.
- Cultura organizacional (Nibusinessinfo, 2021).

### **2.2.3 Factores ergonómicos en el lugar de trabajo**

El diseño de los espacios de trabajo y el equipo del lugar de trabajo, podrían manifestarse como consecuencias significativas en el rendimiento de los empleados en sus trabajos. Tener en cuenta los principios ergonómicos al realizar este tipo de diseño reduce el riesgo, ayuda a prevenir accidentes y mantiene a los empleados en buen estado de salud.

A continuación, se analizarán los factores ergonómicos (también conocidos como factores humanos) y cómo se aplican al entorno de trabajo. Identificamos los tipos de factores que se encuentran en muchos lugares de trabajo, y lo que las empresas pueden hacer para garantizar que no tengan un efecto negativo en la capacidad de trabajo de las personas.

La ergonomía es la ciencia de encontrar un ajuste ideal entre las personas y el trabajo que realizan. Aplicado a la tecnología, asegura que los productos y dispositivos se diseñen de acuerdo con el usuario, el entorno de trabajo y la tarea. Cuando todo se considera en conjunto, significa que las personas pueden hacer su trabajo de manera efectiva y segura.

Sin embargo, en algunas industrias y áreas comerciales, también se utilizan los términos “factores humanos” y “factores ergonómicos”. Los factores en cuestión son aquellos que las organizaciones deben tener en cuenta para garantizar el mejor ajuste posible entre los empleados y su trabajo.

Según el Health and Safety Executive (HSE), los factores humanos (o factores ergonómicos) generalmente consisten en tres aspectos interconectados: el trabajo, el individuo y la organización.

### **El trabajo**

Para que se considere ergonómico, un trabajo y las tareas que implica, debe diseñarse para reconocer las limitaciones físicas y mentales y las fortalezas de la persona que lo realiza. Esto incluye cosas como:

- Lo que implica el papel.
- La carga de trabajo.
- Cómo se diseña el equipo (tamaño, forma, idoneidad para las tareas, etc.).
- El entorno de trabajo (temperatura, humedad, iluminación, ruido, vibraciones, etc.).
- Cómo se usa y se accede a la información (Roque, 2017).

### **El individuo**

Un enfoque ergonómico para el empleado, significa diseñar puestos y equipos de trabajo que ayuden a hacer el mejor uso de las capacidades de la persona, mientras que al mismo tiempo protegen su salud y seguridad y aumentan la productividad general de la organización.

Esto abarca aspectos como el de la persona:

- Características físicas (tamaño y forma del cuerpo).
- Fitness, fuerza y postura.
- Visión, oído y tacto.
- Habilidades y competencia.
- Conocimientos y experiencia.
- Personalidad y actitud.
- Capacitación.

### **La organización**

La forma en que los empleados se comportan en el trabajo, generalmente no puede evitar ser influenciada por las características de la organización que los emplea. Evaluar una organización desde una perspectiva ergonómica y de factores humanos, significa observar cómo las consideraciones a nivel empresarial afectan el comportamiento y las acciones de las personas.

Esto incluye aspectos como:

- Cultura organizacional.
- Dirección, supervisión y liderazgo.
- Trabajo en equipo.
- Patrones y horarios de trabajo.
- Comunicaciones.
- Recursos (CMD, 2020).

#### **2.2.4 Peligros ergonómicos**

Comprender los factores humanos y los peligros asociados que podrían ocurrir en el lugar de trabajo, son un paso vital para crear una organización ergonómica.

A continuación, analizamos algunos riesgos ergonómicos comunes en muchos lugares de trabajo, pero en las oficinas en particular.

#### **Postura mala o incómoda**

Tener una estación de trabajo mal configurada, hace que sea más probable que un empleado se sienta con una postura incómoda durante todo el día. Una estación de trabajo que no está configurada correctamente, es aquella que no utiliza equipos ergonómicos (ejemplo, sillas y escritorios ergonómicos) o que no está diseñada y ajustada en absoluto teniendo en cuenta las necesidades del trabajador (ejemplo, una silla configurada correctamente altura, o que coincida con el tamaño y la forma del cuerpo de la persona).

La postura no se trata únicamente de tener la espalda recta, sino que también se refiere a la posición de la cabeza y el cuello, los brazos y las muñecas, las piernas y los pies. La mala postura puede causar una variedad de lesiones musculoesqueléticas, que incluyen dolor o malestar en:

- Espalda.
- Manos, dedos o muñecas.
- Espalda.
- Cuello.
- Articulaciones hinchadas o rígidas.
- Calambres musculares o tensión.

Estas condiciones pueden impedir que los empleados hagan su trabajo lo mejor que puedan y/o hacer que tengan que tomarse un tiempo libre. Esto en sí mismo puede tener un impacto en la productividad y las finanzas del negocio (Kadefors, 2011).

### **Trabajar con computadoras**

La mayoría de los trabajadores de oficina pasan gran parte del día sentados frente a una computadora. Esto puede ser peligroso no solo por los problemas de salud asociados con el comportamiento sedentario, sino también por los problemas que pueden ocurrir al escribir, usar un mouse y/o mirar un monitor o pantalla durante períodos prolongados.

Si bien el acto físico de escribir parece tan simple y sin esfuerzo, si no se hace correctamente (y en un teclado ergonómico), puede, con el tiempo, causar lesiones por esfuerzo repetitivo y trastornos musculoesqueléticos similares. Los ratones deben tener un diseño ergonómico y mantenerse al alcance de la mano para evitar la tensión en los brazos.

Mientras tanto, el uso de monitores y pantallas de visualización puede provocar fatiga visual, dolores de cabeza y otros problemas de visión si no se consideran completamente los factores humanos. Los brazos del monitor son especialmente útiles para garantizar que el monitor esté colocado a la altura correcta para reducir la tensión en el cuerpo. Los ajustes de pantalla inadecuados (como el contraste y el brillo) y el deslumbramiento causado por la iluminación son otros peligros a tener en cuenta (Kadefors, 2011).

### **Peligros ambientales**

#### **Iluminación inadecuada**

En las oficinas, es necesario pensar en cómo la iluminación puede afectar las tareas que realizan los empleados, ya sea usar una computadora, leer documentos en papel, etc.

Diferentes tipos de trabajo requieren diferentes niveles de luz. Una iluminación inadecuada puede entorpecer el rendimiento y la productividad e incluso ser perjudicial para la salud de las personas (especialmente para la vista).

La iluminación de la habitación puede no ser adecuada si la luz es demasiado baja para que las personas lean cómodamente, o si se refleja en los monitores y pantallas y causa deslumbramiento (Roque, 2017).

### **Temperatura ambiente inadecuada**

Si una oficina es demasiado fría o demasiado calurosa, puede hacer que los trabajadores se sientan incómodos, lo que a su vez puede hacer que se sientan insatisfechos con su trabajo y/o la organización, y que se tomen más tiempo libre debido a enfermedad y estrés.

Dado que muchas oficinas regulan la temperatura ambiente desde un termostato central al que los trabajadores individuales no tienen acceso, esto debe tenerse plenamente en cuenta como parte de cualquier evaluación de riesgos ergonómicos (Roque, 2017).

### **Espacio insuficiente**

El personal necesita la cantidad adecuada de espacio para hacer su trabajo, ya sea para moverse por su estación de trabajo o para tener acceso a ciertos equipos. De hecho, existen leyes laborales que ofrecen orientación sobre exactamente cuánto espacio deben tener los trabajadores.

Los dispositivos que ahorran espacio, como las cestas de cables y los soportes de CPU, reducen los peligros potenciales y aumentan el espacio de trabajo general alrededor del área del escritorio.

Al igual que con otros peligros ambientales, la falta de espacio suficiente puede hacer que los empleados trabajen de manera menos eficiente, se tomen más tiempo libre por enfermedad y se sientan insatisfechos con sus trabajos (Roque, 2017).

## **2.2.5 Diseño del puesto de trabajo**

En ergonomía, el diseño de puestos de trabajo es una tarea crítica. Existe un acuerdo general de que, en cualquier entorno de trabajo, ya sea de cuello azul o de cuello blanco, una estación de trabajo bien diseñada favorece no solo la salud y el bienestar de los trabajadores, sino también la productividad y la calidad de los productos. Por el contrario, es probable que la estación de trabajo mal diseñada provoque o contribuya al

desarrollo de problemas de salud o enfermedades profesionales crónicas, así como a problemas para mantener la calidad del producto y la productividad en un nivel prescrito (Kadefors, 2011).

Para todos los ergonomistas, la declaración anterior puede parecer trivial. Todos los ergonomistas también reconocen que la vida laboral en todo el mundo está llena no solo de deficiencias ergonómicas, sino también de flagrantes violaciones de los principios ergonómicos básicos. Es evidente que existe un desconocimiento generalizado respecto a la importancia del diseño de los puestos de trabajo entre los responsables: ingenieros de producción, supervisores y gerentes.

Cabe señalar que existe una tendencia internacional con respecto al trabajo industrial que parecería subrayar la importancia de los factores ergonómicos: la creciente demanda de una mejor calidad del producto, flexibilidad y precisión en la entrega del producto. Estas demandas no son compatibles con una visión conservadora en cuanto al diseño del trabajo y los lugares de trabajo.

Aunque en el presente contexto son los factores físicos del diseño del lugar de trabajo los que más preocupan, debe tenerse en cuenta que el diseño físico del puesto de trabajo no puede en la práctica separarse de la organización del trabajo. Este principio se hará evidente en el proceso de diseño que se describe a continuación. La calidad del resultado final del proceso se apoya en tres soportes: conocimiento ergonómico, integración con las exigencias de productividad y calidad, y participación. El proceso de implementación de una nueva estación de trabajo debe atender a esta integración, y es el enfoque principal de este artículo (Kadefors, 2011).

### **Consideraciones de diseño**

Las estaciones de trabajo están pensadas para trabajar. Debe reconocerse que el punto de partida en el proceso de diseño de la estación de trabajo es que se debe lograr un determinado objetivo de producción. El diseñador, a menudo un ingeniero de producción u otra persona en el nivel de gestión media, desarrolla internamente una visión del lugar de trabajo y comienza a implementar esa visión a través de sus medios de planificación. El proceso es iterativo: desde un primer intento rudimentario, las soluciones se vuelven gradualmente más y más refinadas. Es fundamental que los aspectos ergonómicos se tengan en cuenta en cada iteración a medida que avanza el trabajo.

Cabe señalar que el diseño ergonómico de los puestos de trabajo está estrechamente relacionado con la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo. De

hecho, la estructura a seguir aquí, se aplica igualmente a los casos en que el puesto de trabajo ya existe o cuando se encuentra en etapa de planificación.

En el proceso de diseño, existe la necesidad de una estructura que asegure que se consideren todos los aspectos relevantes. La forma tradicional de manejar esto, es utilizar listas de verificación que contienen una serie de aquellas variables que deben tenerse en cuenta. Sin embargo, las listas de verificación de propósito general tienden a ser voluminosas y difíciles de usar, ya que, en una situación de diseño particular, solo una fracción de la lista de verificación puede ser relevante. Además, en una situación práctica de diseño, algunas variables se destacan por ser más importantes que otras. Se requiere una metodología para considerar estos factores conjuntamente en una situación de diseño. Tal metodología será propuesta en este artículo.

Las recomendaciones para el diseño de estaciones de trabajo deben basarse en un conjunto relevante de demandas. Cabe señalar que, en general, no es suficiente tener en cuenta los valores límite de umbral para variables individuales. Un objetivo combinado reconocido de productividad y conservación de la salud, hace necesario ser más ambicioso que en una situación de diseño tradicional. En particular, la cuestión de las dolencias musculoesqueléticas, son un aspecto importante en muchas situaciones industriales, aunque esta categoría de problemas no se limita de ningún modo al entorno industrial (Kadefors, 2011).

### **Pasos en el proceso de diseño de estaciones de trabajo**

En el proceso de diseño e implementación de la estación de trabajo, siempre existe la necesidad inicial de informar a los usuarios y organizar el proyecto, para permitir la plena participación de los usuarios y aumentar las posibilidades de que los empleados acepten el resultado final. Un tratamiento de este objetivo no está dentro del alcance del presente tratado, que se concentra en el problema de llegar a una solución óptima para el diseño físico de la estación de trabajo, pero el proceso de diseño, no obstante, permite la integración de tal objetivo. En este proceso, siempre se deben considerar los siguientes pasos:

- Colección de demandas especificadas por el usuario.
- Priorización de demandas.
- Transferencia de demandas a (a) especificación técnica y (b) especificación en términos de usuario.
- Desarrollo iterativo del diseño físico de la estación de trabajo.
- Implementación física.

- Período de prueba de producción.
- Producción completa.
- Evaluación e identificación de problemas de descanso.

El enfoque aquí está en los pasos uno a cinco. Muchas veces, solo se incluye un subconjunto de todos estos pasos en el diseño de las estaciones de trabajo. Puede haber varias razones para esto. “Si la estación de trabajo tiene un diseño estándar, como en algunas situaciones de trabajo de VDU, algunos pasos pueden quedar debidamente excluidos. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la exclusión de algunos de los pasos enumerados daría lugar a una estación de trabajo de calidad inferior a la que se puede considerar aceptable” (Roque, 2017, p. 25). Esto podría ser un ejemplo cuando la limitación económica o de tiempos son extremadamente fuertes, o si existe una ignorancia exagerada respecto a la gestión del personal.

### **Colección de demandas especificadas por el usuario**

Para Monk y Jack (2018), es fundamental “identificar al usuario del lugar de trabajo como cualquier miembro de la organización de producción que pueda aportar opiniones calificadas sobre su diseño” (p.35). Agregan, además, que “los usuarios pueden incluir, por ejemplo, los trabajadores, los supervisores, los planificadores de producción y los ingenieros de producción, así como el administrador de seguridad”. Las experiencias previas, demuestran de manera clara, que estos elementos cuentan con un conocimiento real que utilizar en el proceso.

La recopilación de las demandas especificadas por el usuario, debe evidenciar un conjunto de criterios:

**Apertura.** No debe aplicarse ningún filtro en la etapa inicial del proceso. Todos los puntos de vista deben anotarse sin críticas expresadas.

**No discriminación.** Los puntos de vista de cada categoría deben ser tratados por igual en esta etapa del proceso. Debe prestarse especial atención al hecho de que algunas personas pueden ser más francas que otras, y que existe el riesgo de que silencien a algunos de los otros actores.

**Desarrollo a través del diálogo.** Debe haber una oportunidad para ajustar y desarrollar las demandas a través de un diálogo entre participantes de diferentes orígenes. La priorización debe abordarse como parte del proceso.

**Versatilidad.** El proceso de recopilación de las demandas especificadas por los usuarios, debe ser razonablemente económico y no requerir la participación de consultores especializados o demandas de mucho tiempo por parte de los participantes.

El conjunto de criterios anterior puede cumplirse mediante el uso de una metodología basada en el despliegue de funciones de calidad (QFD) según Sullivan (1986). Aquí, las demandas de los usuarios pueden recogerse en una sesión donde está presente un grupo mixto de actores (no más de ocho a diez personas). A todos los participantes se les entrega un bloc de notas autoadhesivas removibles. Se les pide que escriban todas las demandas del lugar de trabajo que consideren relevantes, cada una en una hoja de papel separada. Se deben cubrir los aspectos relacionados con el ambiente de trabajo y la seguridad, la productividad y la calidad. Esta actividad puede continuar durante el tiempo que sea necesario, generalmente de diez a quince minutos.

Después de esta sesión, se pide a los participantes uno tras otro que lean sus demandas y peguen las notas en una pizarra en la sala donde todos en el grupo puedan verlas. Las demandas se agrupan en categorías naturales, como iluminación, ayudas de elevación, equipos de producción, alcanzando requerimientos y demandas de flexibilidad. Después de completar la ronda, el grupo tiene la oportunidad de discutir y comentar sobre el conjunto de demandas, una categoría a la vez, con respecto a la relevancia y prioridad.

El conjunto de demandas especificadas por el usuario recopiladas en un proceso como el descrito anteriormente, forma una de las bases para el desarrollo de la especificación de la demanda. Otras categorías de actores pueden producir información adicional en el proceso, por ejemplo, diseñadores de productos, ingenieros de calidad o economistas; sin embargo, es vital darse cuenta de la contribución potencial que los usuarios pueden hacer en este contexto (Kadefors, 2011).

### **Priorización y especificación de la demanda**

Con respecto al proceso de especificación, es fundamental que se consideren los diferentes tipos de demandas de acuerdo con su importancia respectiva; de lo contrario, todos los aspectos que se han tenido en cuenta deberán considerarse en paralelo, lo que puede tender a hacer que la situación de diseño sea compleja y difícil de manejar. Esta es la razón por la cual las listas de verificación que deben elaborarse para cumplir el propósito, tienden a ser difíciles de administrar en una situación de diseño particular.

Puede ser difícil idear un esquema de prioridad que sirva igualmente bien a todos los tipos de estaciones de trabajo, sin embargo, en el supuesto de que la manipulación manual de materiales, herramientas o productos sea un aspecto esencial del trabajo a realizar en el puesto de trabajo, existe una alta probabilidad de que los aspectos asociados con la carga musculoesquelética estén en la parte superior de la lista de prioridades. La validez de este supuesto podrá ser comprobada en la etapa del proceso de recolección de

la demanda de los usuarios. Las demandas relevantes de los usuarios pueden estar asociadas, por ejemplo, con tensión y fatiga muscular, alcance, visión o facilidad de manipulación.

Es esencial darse cuenta de que puede que no sea posible transformar todas las demandas especificadas por el usuario en especificaciones de demanda técnica. Aunque tales demandas pueden estar relacionadas con aspectos más sutiles como la comodidad, pueden ser de gran relevancia y deben ser consideradas en el proceso (Kadefors, 2011).

### **Variables de carga musculoesquelética**

En línea con el razonamiento anterior, se aplica aquí la opinión de Putz-Anderson (1988) que argumenta que existe “un conjunto de variables ergonómicas básicas relacionadas con la carga musculoesquelética que deben tenerse en cuenta de forma prioritaria en el proceso de diseño, con el fin de eliminar el riesgo de trabajo, trastornos musculoesqueléticos relacionados (WRMD)” (p. 25). Suman a esto que este tipo de trastorno “es un síndrome de dolor, localizado en el sistema musculoesquelético, que se desarrolla durante largos períodos de tiempo como resultado de tensiones repetidas en una parte particular del cuerpo”. Las variables esenciales son:

- Demanda de fuerza muscular.
- Demanda de postura de trabajo.
- Demanda de tiempo (Corlett, 1988).

Con respecto a la fuerza muscular, el establecimiento de criterios puede basarse en una combinación de factores biomecánicos, fisiológicos y psicológicos. Esta es una variable que se operacionaliza a través de la medición de las demandas de fuerza de salida, en términos de masa manipulada o fuerza requerida, por ejemplo, la operación de manijas. Además, es posible que deban tenerse en cuenta las cargas máximas relacionadas con un trabajo muy dinámico.

Las demandas de la postura de trabajo pueden evaluarse mapeando (a) situaciones en las que las estructuras articulares se estiran más allá del rango natural de movimiento, y (b) ciertas situaciones particularmente incómodas, como arrodillarse, girar o posturas encorvadas, o trabajar con la mano por encima del nivel de los hombros.

Las demandas de tiempo pueden evaluarse sobre la base del mapeo de (a) trabajo repetitivo de ciclo corto y (b) trabajo estático. Cabe señalar que la evaluación del trabajo estático, puede no referirse exclusivamente a mantener una postura de trabajo o producir una fuerza de salida constante durante largos períodos de tiempo; desde el punto de vista de los músculos estabilizadores, particularmente en la articulación del hombro, el trabajo

aparentemente dinámico puede tener un carácter estático. Por lo tanto, puede ser necesario considerar largos períodos de movilización conjunta (Corlett, 1988).

Por supuesto, la aceptabilidad de una situación se basa en la práctica en las demandas de la parte del cuerpo que está bajo la mayor tensión.

Es importante señalar que estas variables no deben ser consideradas una por una sino en conjunto. Por ejemplo, las demandas de mucha fuerza pueden ser aceptables si ocurren solo ocasionalmente; levantar el brazo por encima del nivel del hombro de vez en cuando no suele ser un factor de riesgo. Pero se deben considerar las combinaciones entre tales variables básicas. Esto tiende a hacer que el establecimiento de criterios sea difícil y complicado.

En la ecuación revisada de NIOSH para el diseño y evaluación de tareas de manejo manual (Waters et al. 1993), este problema se aborda mediante la elaboración de una ecuación para los límites de peso recomendados que tiene en cuenta los siguientes factores mediadores: distancia horizontal, altura de elevación vertical, asimetría de elevación, acoplamiento del mango y frecuencia de elevación. De esta forma, el límite de carga aceptable de 23 kilogramos basado en criterios biomecánicos, fisiológicos y psicológicos en condiciones ideales, puede modificarse sustancialmente teniendo en cuenta las especificidades de la situación de trabajo.

La ecuación de NIOSH proporciona una base para la evaluación del trabajo y los lugares de trabajo que involucran tareas de levantamiento; sin embargo, existen severas limitaciones en cuanto a la usabilidad de la ecuación de NIOSH: por ejemplo, solo se pueden analizar los levantamientos con dos manos, la evidencia científica para el análisis de los levantamientos con una sola mano aún no es concluyente.

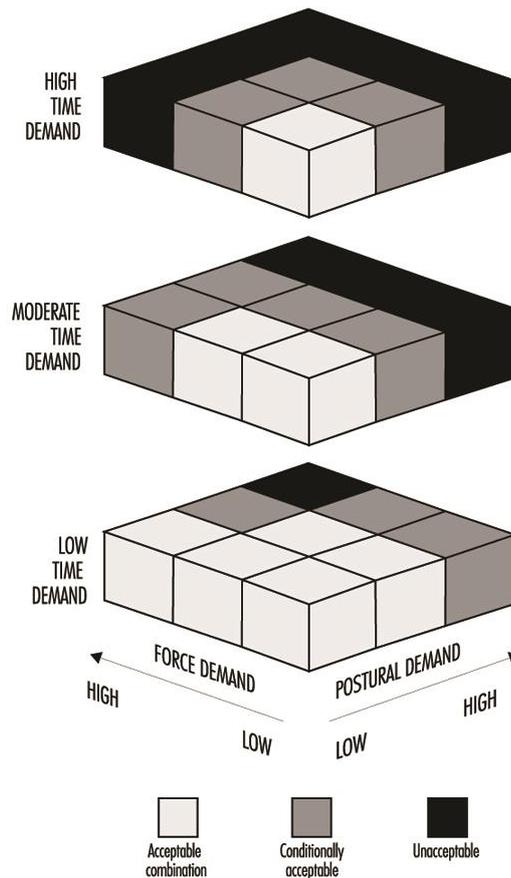
### **El modelo del cubo**

La evaluación ergonómica de los lugares de trabajo, teniendo en consideración el conjunto complejo de variables que deben tenerse en cuenta, es en gran medida un problema de comunicación. Basado en la discusión de priorización descrita anteriormente, se desarrolló un modelo de cubo para la evaluación ergonómica de los lugares de trabajo (Kadefors 1993).

El objetivo principal, fue desarrollar una herramienta didáctica con fines de comunicación basada en el supuesto de que la fuerza de salida, la postura y las medidas de tiempo en la gran mayoría de las situaciones, constituyen variables básicas interrelacionadas y priorizadas. Para cada una de las variables básicas, se reconoce que las demandas pueden agruparse en función de la gravedad. Aquí, se propone que dicha

agrupación pueda hacerse en tres clases: (1) demandas bajas, (2) demandas medias o (3) demandas altas. Los niveles de demanda, pueden establecerse utilizando cualquier evidencia científica disponible o adoptando un enfoque de consenso con un panel de usuarios. Estas dos alternativas, por supuesto, no son mutuamente excluyentes y pueden tener resultados similares, pero probablemente con diferentes grados de generalidad. Como se señaló anteriormente, las combinaciones de las variables básicas, determinan en gran medida el nivel de riesgo con respecto al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos y trastornos traumáticos acumulativos. Por ejemplo, las demandas de mucho tiempo pueden hacer que una situación de trabajo sea inaceptable en los casos en que también hay demandas de nivel al menos medio con respecto a la fuerza y la postura. Es fundamental en el diseño y evaluación de los lugares de trabajo que las variables más importantes se consideren de forma conjunta. (Kadefors 1993).

Aquí se propone un modelo de cubo para tales propósitos de evaluación. Las variables básicas, fuerza, postura y tiempo, constituyen los tres ejes del cubo. Para cada combinación de demandas se puede definir un subcubo; en total, el modelo incorpora 27 subcubos de este tipo (ver figura 1).



**Figura 1.** El “modelo de cubo” para la evaluación de la ergonomía.

**Nota:** Cada cubo representa una combinación de demandas relacionadas con la fuerza, la postura y el tiempo. Luz: combinación aceptable; gris: condicionalmente aceptable; negro: inaceptable. Tomado de Kadefors, 1993.

Un aspecto esencial del modelo, es el grado de aceptabilidad de las combinaciones de demanda. En el modelo, se propone un esquema de clasificación de tres zonas para la aceptabilidad: (1) la situación es aceptable, (2) la situación es condicionalmente aceptable o (3) la situación es inaceptable. Con fines didácticos, a cada subcubo se le puede dar una cierta textura o color (por ejemplo, verde-amarillo-rojo). Nuevamente, la evaluación puede estar basada en el usuario o en evidencia científica. La zona condicionalmente aceptable (amarilla) significa que “existe un riesgo de enfermedad o lesión que no se puede ignorar, para la totalidad o una parte de la población de operadores en cuestión” (CEN, 1994, p. 16).

Para desarrollar este enfoque, es útil considerar un caso: la evaluación de la carga sobre el hombro en el manejo de materiales con una mano a un ritmo moderado. Este es

un buen ejemplo, ya que, en este tipo de situaciones, normalmente, son las estructuras de los hombros las que están bajo mayor tensión.

Con respecto a la variable fuerza, la clasificación puede basarse en este caso en la masa manipulada. Aquí, la demanda de fuerza baja se identifica como niveles por debajo del 10 % de la capacidad de elevación voluntaria máxima (MVLC), que asciende a aproximadamente 1,6 kg. en una zona de trabajo óptima. La alta demanda de fuerza requiere más del 30 % de MVLC, aproximadamente 4,8 kg. La demanda de fuerza media cae entre estos límites. La tensión postural baja es cuando la parte superior del brazo está cerca del tórax. La tensión postural alta se produce cuando la abducción o flexión humeral supera los 45°. La tensión postural media, es cuando el ángulo de abducción/flexión está entre 15° y 45°. Baja demanda de tiempo, es cuando la manipulación ocupa menos de una hora por día laborable intermitentemente, o de forma continua durante menos de 10 minutos por día. La alta demanda de tiempo, es cuando la manipulación se realiza durante más de cuatro horas por jornada laboral, o de manera continua durante más de 30 minutos (sostenidas o repetitivas). La demanda de tiempo medio es cuando la exposición se encuentra entre estos límites (Roque, 2017).

En la figura 1, se han asignado grados de aceptabilidad a las combinaciones de demandas. Por ejemplo, se ve que las altas demandas de tiempo solo pueden combinarse con demandas posturales y de fuerza baja combinadas. Se puede pasar de inaceptable a aceptable reduciendo las demandas en cualquiera de las dimensiones, pero la reducción de las demandas de tiempo, es la forma más eficiente en muchos casos. En otras palabras, en algunos casos se debe modificar el diseño del lugar de trabajo, en otros casos puede ser más eficiente cambiar la organización del trabajo.

El uso de un panel de consenso con un conjunto de usuarios para la definición de los niveles de demanda y la clasificación del grado de aceptabilidad, puede mejorar considerablemente el proceso de diseño de la estación de trabajo, como se considera a continuación.

### **Variables adicionales**

Además de las variables básicas consideradas anteriormente, se debe tener en cuenta un conjunto de variables y factores que caracterizan el lugar de trabajo desde el punto de vista ergonómico, dependiendo de las condiciones particulares de la situación a analizar. Incluyen:

- Precauciones para reducir los riesgos de accidentes.
- Factores ambientales específicos como el ruido, la iluminación y la ventilación.

- Exposición a factores climáticos.
- Exposición a vibraciones (de herramientas manuales o de todo el cuerpo).
- Facilidad para satisfacer las demandas de productividad y calidad.

En gran medida, estos factores pueden considerarse uno a la vez; por lo tanto, el enfoque de la lista de verificación puede ser útil. Grandjean (1988), en su libro de texto cubre los aspectos esenciales que generalmente deben tenerse en cuenta en este contexto. Konz (1990), en sus directrices proporciona para la organización y el diseño de estaciones de trabajo un conjunto de preguntas principales que se centran en la interfaz trabajador-máquina en los sistemas de fabricación.

En el proceso de diseño seguido aquí, la lista de verificación debe leerse junto con las demandas especificadas por el usuario.

### **Ejemplo de diseño de una estación de trabajo: soldadura manual**

Como ejemplo ilustrativo (hipotético), se describe aquí el proceso de diseño que condujo a la implementación de una estación de trabajo para soldadura manual (Sundin et al. 2014). La soldadura es una actividad que frecuentemente combina altas demandas de fuerza muscular con altas demandas de precisión manual. La obra tiene un carácter estático. El soldador a menudo está haciendo soldadura exclusivamente. El ambiente de trabajo de soldadura es generalmente hostil, con una combinación de exposición a altos niveles de ruido, humo de soldadura y radiación óptica.

La tarea consistía en diseñar un lugar de trabajo para la soldadura manual MIG (metal con gas inerte) de objetos de tamaño medio (hasta 300 kg) en un entorno de taller. La estación de trabajo tenía que ser flexible, porque había una variedad de objetos a fabricar. Existían altas exigencias de productividad y calidad. Se llevó a cabo un proceso QFD, con el fin de proporcionar un conjunto de demandas del puesto de trabajo en términos de usuario. Participaron soldadores, ingenieros de producción y diseñadores de productos.

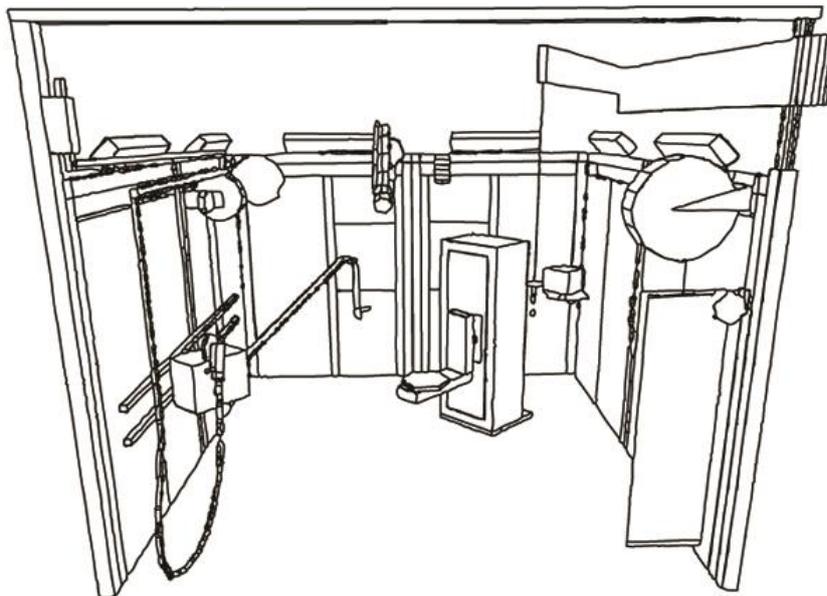
Usando el enfoque del modelo de cubo, el panel Sundin et al. (2014) identificó, por consenso, límites entre carga alta, moderada y baja:

Variable de fuerza. Menos de 1 kg. de masa manipulada se denomina carga baja, mientras que más de 3 kg. se considera carga alta.

Variable esfuerzo postural. Las posiciones de trabajo que implican una gran tensión, son aquellas que involucran brazos elevados, posiciones torcidas o flexionadas hacia adelante y posiciones de rodillas, también incluyen situaciones en las que la muñeca se mantiene en flexión/extensión extrema o desviación. La tensión baja, ocurre cuando la postura es erguida, de pie o sentado y donde las manos están en zonas de trabajo óptimas.

Variable de tiempo. Menos del 10 % del tiempo de trabajo dedicado a la soldadura, se considera de baja demanda, mientras que más del 40 % del tiempo de trabajo total, se denomina de alta demanda. Las demandas medias ocurren cuando la variable cae entre los límites dados anteriormente, o cuando la situación no es clara.

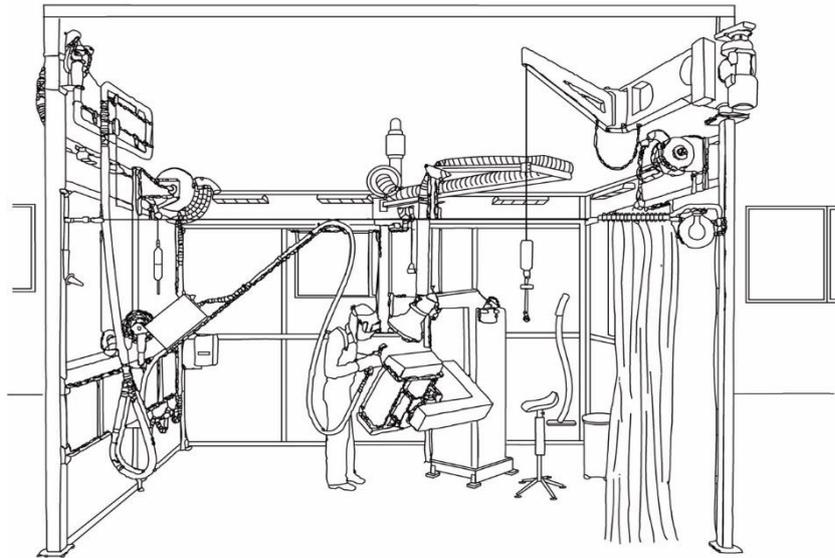
Quedó claro a partir de la evaluación, utilizando el modelo de cubo (figura 1) que no se podían aceptar demandas de tiempo altas si había demandas altas o moderadas concurrentes en términos de fuerza y tensión postural. Para reducir estas demandas, se consideró necesario el manejo de objetos mecanizados y la suspensión de herramientas. Hubo consenso en torno a esta conclusión. Usando un programa simple de diseño asistido por computadora (CAD) (ROOMER), se creó una biblioteca de equipos. Varios diseños de estaciones de trabajo podrían desarrollarse y modificarse muy fácilmente en estrecha interacción con los usuarios. Este enfoque de diseño tiene ventajas significativas en comparación con simplemente mirar los planos. Le da al usuario una visión inmediata de cómo puede ser el lugar de trabajo deseado (Sundin et al. 2014).



**Figura 2.** Una versión CAD de una estación de trabajo para soldadura manual, lograda en el proceso de diseño.

**Nota:** Tomado de «Diseño de una estación de trabajo», por Sundin et al. (2014).

La Figura 2, muestra la estación de trabajo de soldadura a la que se llegó utilizando el sistema CAD. Es un lugar de trabajo que reduce las demandas de fuerza y postura, y que cubre casi todas las demandas residuales de los usuarios planteadas.



**Figura 3.** La estación de trabajo de soldadura implementada.

**Nota:** Tomado de «Diseño de una estación de trabajo», por Sundin et al. (2014).

Sobre la base de los resultados de las primeras etapas del proceso de diseño, se implementó un lugar de trabajo de soldadura (figura 3). Los activos de este lugar de trabajo incluyen:

- El trabajo en la zona optimizada se facilita mediante un dispositivo de manipulación informatizado para objetos de soldadura. Hay un polipasto aéreo para fines de transporte. Como alternativa, se suministra un dispositivo de elevación equilibrado para facilitar el manejo de objetos.
- La pistola de soldar y la rectificadora están suspendidas, lo que reduce la demanda de fuerza. Se pueden colocar en cualquier lugar alrededor del objeto de soldadura. Se suministra una silla de soldadura.
- Todos los medios vienen desde arriba, lo que significa que no hay cables en el suelo.
- El puesto de trabajo cuenta con iluminación a tres niveles: general, puesto de trabajo y proceso. La iluminación del lugar de trabajo proviene de rampas sobre los elementos de pared. La iluminación de proceso está integrada en el brazo de ventilación de humos de soldadura.
- El puesto de trabajo dispone de ventilación a tres niveles: ventilación general por desplazamiento, ventilación del puesto de trabajo mediante brazo móvil y ventilación integrada en la pistola de soldadura MIG. La ventilación del lugar de trabajo se controla desde la pistola de soldar.

- Existen elementos de pared que absorben el ruido en tres lados del lugar de trabajo. Una cortina de soldadura transparente cubre la cuarta pared. Esto hace posible que el soldador se mantenga informado de lo que ocurre en el entorno del taller.

En una situación de diseño real, es posible que se deban hacer concesiones de varios tipos, debido a limitaciones económicas, de espacio y de otro tipo. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los soldadores con licencia, son difíciles de conseguir para la industria de la soldadura en todo el mundo y representan una inversión considerable. Casi ningún soldador se jubila normalmente como soldador activo. Mantener al soldador calificado en el trabajo es beneficioso para todas las partes involucradas: el soldador, la empresa y la sociedad. Por ejemplo, existen muy buenas razones por las que el equipo para el manejo y posicionamiento de objetos debe ser un componente integral de muchos lugares de trabajo de soldadura.

### **Datos para el diseño de estaciones de trabajo**

Para poder diseñar un lugar de trabajo correctamente, es posible que se necesiten conjuntos extensos de información básica. Dicha información incluye datos antropométricos de categorías de usuarios, fuerza de elevación y otros datos de capacidad de fuerza de salida de poblaciones masculinas y femeninas, especificaciones de lo que constituye zonas de trabajo óptimas, etc.

El tratamiento más completo de prácticamente todos los aspectos del diseño del trabajo y de las estaciones de trabajo, son probablemente todavía el libro de texto de Grandjean (1988). Pheasant (1986), presenta información sobre una amplia gama de aspectos antropométricos relevantes para el diseño de estaciones de trabajo. Chaffin y Andersson (1984), proporcionan grandes cantidades de datos biomecánicos y antropométricos. Konz (1990), ha presentado una guía práctica para el diseño de estaciones de trabajo, que incluye muchas reglas generales útiles. Putz-Anderson (1988) presentó los criterios de evaluación para el miembro superior, particularmente con referencia a los trastornos de trauma acumulativo. Sperling et al, proporcionaron un modelo de evaluación para el trabajo con herramientas manuales (1993). Con respecto al levantamiento manual, Waters y colaboradores, desarrollaron la ecuación revisada de NIOSH, que resume el conocimiento científico existente sobre el tema (Waters et al. 1993). La especificación de la antropometría funcional y las zonas óptimas de trabajo han sido presentadas, por ejemplo, por Rebiffé, Zayana y Tarrière (1969) y Das y Grady (1983,

1983). Mital y Karwowski (1991), han editado un útil libro que revisa varios aspectos relacionados en particular con el diseño de lugares de trabajo industriales.

La gran cantidad de datos necesarios para diseñar correctamente las estaciones de trabajo teniendo en cuenta todos los aspectos relevantes, hará necesario el uso de modernas tecnologías de la información por parte de los ingenieros de producción y otras personas responsables. Es probable que varios tipos de sistemas de apoyo a la toma de decisiones estén disponibles en un futuro próximo, por ejemplo, en forma de sistemas expertos o basados en el conocimiento. Por ejemplo, DeGreve y Ayoub (1987), Laurig y Rombach (1989) y Pham y Onder (1992), han proporcionado informes sobre tales desarrollos. Sin embargo, es una tarea extremadamente difícil diseñar un sistema que haga posible que el usuario final tenga fácil acceso a todos los datos relevantes necesarios en una situación de diseño específica.

### **2.2.6 El método LEST**

El método LEST se desarrolló en 1978 por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T). Provence, Francia.

Busca evaluar las condiciones de trabajo de la manera más objetiva y global posible, por medio de un diagnóstico final que indica si las situaciones consideradas en el puesto de trabajo son satisfactorias, molestas o nocivas. El método considera variables que intervienen en el puesto de trabajo de manera general y nos da a conocer en primera instancia, si es necesario realizar un análisis más profundo con métodos específicos de cada uno de los puestos de trabajo.

El objetivo es evaluar todos los factores relativos a la actividad laboral que pueden tener repercusión en la salud física y emocional de los trabajadores. Antes de la aplicación del método, es imprescindible haber resuelto tópicos referentes a la Seguridad e Higiene en el trabajo, dado que no son previstos por el método (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

La información que debe recolectarse para aplicar el método tiene, un doble carácter: objetivo y subjetivo. Por un lado, se utilizan variables cuantitativas como la temperatura o el nivel sonoro y, por otro, es necesario considerar la opinión del empleado respecto a la tarea que ejecuta en el puesto para medir la carga mental o los aspectos psicosociales del mismo. Para que el método sea efectivo, se requiere la participación activa del personal (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

A pesar de tratarse de un método general, no es posible aplicarlo para la valoración de cualquier tipo de puesto. El método se desarrolló inicialmente para evaluar las condiciones laborales de puestos de trabajo fijos del sector industrial, en los que el grado de cualificación requerido para su desempeño es bajo. Algunos factores del método (ambiente físico, postura, carga física), pueden utilizarse para evaluar puestos con un nivel de cualificación elevado del sector industrial o servicios, mientras el área de trabajo y las condiciones ambientales se mantengan constantes.

Para aplicar el método LEST, debe recogerse la información requerida para valorar cada una de las 6 dimensiones que considera. Cada dimensión se subdivide en una serie de variables mostrada en la Tabla 1.

**Tabla 2.**

*Dimensiones y variables en LEST.*

<b>Entorno físico</b>	<b>Carga física</b>	<b>Carga mental</b>	<b>Aspectos psicosociales</b>	<b>Tiempos de trabajo</b>
Ambiente térmico	Carga estática	Apremio de tiempo	Iniciativa	Tiempo de trabajo
Ruido	Carga dinámica	Complejidad	Estatus social	
Iluminación		Atención	Comunicaciones	
Vibraciones			Relación con el mando	

Una vez recogidos los datos, deben consultarse una serie de tablas de puntuaciones que permiten obtener las valoraciones de cada variable y dimensión. El número de tablas que es necesario consultar es muy elevado, por lo que la aplicación del método puede ser laboriosa sin el empleo de software.

La valoración obtenida para cada dimensión oscila entre 0 y 10 y la interpretación de dichas puntuaciones se realiza según la Tabla 2.

**Tabla 3.**

*Puntuación de las variables en el método LEST.*

<b>Puntuación</b>	<b>Valoración</b>
0, 1, 2	Situación satisfactoria.
3, 4, 5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajado.
6, 7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
8, 9	Molestias fuertes. Fatiga.
10	Situación Nociva.

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad desarrollada por el trabajador, en la que deberá recogerse los datos necesarios para la evaluación. En general, para la toma de datos objetivos, será necesaria la utilización de instrumental adecuado como: un psicómetro para la medición de temperaturas, un luxómetro para la medición de la intensidad luminosa, un sonómetro para la medición de niveles de intensidad sonora, un anemómetro para evaluar la velocidad del aire en el puesto e instrumentos para la medición de distancias y tiempos como cintas métricas y cronómetros. Es mucha la información que es preciso recoger para la valoración.

Para facilitar la recogida de datos existe esta Hoja de Campo del método LEST para la aplicación del método. Para realizar el diagnóstico, el método considera 16 variables agrupadas en 5 dimensiones: entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo. La evaluación se fundamenta en las calificaciones asignadas a cada una de las 16 variables consideradas.

La Tabla 3 es un resumen de los ítems a considerar. Para obtener la información detallada debe utilizarse una Hoja de Campo, en la que se recoge de forma ordenada.

**Tabla 4.***Resumen de los datos necesarios para aplica el método LEST.*

<b>Dimensión</b>	<b>Variable</b>	<b>Datos necesarios</b>
<b>Carga física</b>	Carga estática	Las posturas más frecuentemente adoptadas por el trabajador, así como su duración en minutos por hora de trabajo. El peso en Kg. de la carga que provoca el esfuerzo. Si esfuerzo realizado en el puesto de trabajo es Continuo o Breve pero repetido.
	Carga dinámica	Si el esfuerzo es continuo se indicará la duración total del esfuerzo en minutos por hora. Si los esfuerzos son breves pero repetidos se indicará las veces por hora que se realiza el esfuerzo. Al aprovisionarse de materiales, la distancia recorrida con el peso en metros, la frecuencia por hora del transporte y el peso transportado en Kg.
<b>Entorno físico</b>	Ambiente térmico	Velocidad del aire en el puesto de trabajo. Temperatura del aire seca y húmeda. Duración de la exposición diaria a estas condiciones. Veces que el trabajador sufre variaciones de temperatura en la jornada.
	Ruido	El nivel de atención requerido por la tarea. El número de ruidos impulsivos a los que está sometido el trabajado.
	Ambiente luminoso	El nivel de iluminación en el puesto de trabajo. El nivel medio de iluminación general del taller. El nivel de contraste en el puesto de trabajo. El nivel de percepción requerido en la tarea. Si se trabaja con luz artificial. Si existen deslumbramientos.
	Vibraciones	La duración diaria de exposición a las vibraciones. El carácter de las vibraciones.
<b>Carga mental</b>	Presión de tiempos	Tiempo en alcanzar el ritmo normal de trabajo. Modo de remuneración del trabajador. Si el trabajador puede realizar pausas. Si el trabajo es en cadena. Si deben recuperarse los retrasos. Si en caso de incidente puede el trabajador parar la máquina o la cadena. Si el trabajador tiene posibilidad de ausentarse momentáneamente de su puesto de trabajo fuera de las pausas previstas. Si tiene necesidad de hacerse reemplazar por otro trabajador. Las consecuencias de las ausencias del trabajador.
	Atención	El nivel de atención requerido por la tarea. El tiempo que debe mantenerse el nivel de atención. La importancia de los riesgos que puede acarrear la falta de atención. La frecuencia con que el trabajador sufre riesgos por falta de atención. La posibilidad técnica de hablar en el puesto. El tiempo que puede el trabajador apartar la vista del trabajo por cada hora dado el nivel de atención. El número de máquinas a las que debe atender el trabajador. El número medio de señales por máquina y hora. Intervenciones diferentes que el trabajador debe realizar.

	Complejidad	Duración total del conjunto de las intervenciones por hora Duración media de cada operación repetida Duración media de cada ciclo
<b>Aspectos psicosociales</b>	Iniciativa	Si el trabajador puede modificar el orden de las operaciones que realiza. Si el trabajador puede controlar el ritmo de las operaciones que realiza. Si puede adelantarse. Si el trabajador controla las piezas que realiza. Si el trabajador realiza retoques eventuales. La norma de calidad del producto fabricado. Si existe influencia positiva del trabajador en la calidad del producto. La posibilidad de cometer errores. En caso de producirse un incidente quién debe intervenir. Quién realiza la regulación de la máquina.
	Comunicación con los demás trabajadores	El número de personas visibles por el trabajador en un radio de 6 metros. Si el trabajador puede ausentarse de su trabajo. Qué estipula el reglamento sobre el derecho a hablar. La posibilidad técnica de hablar en el puesto. La necesidad de hablar en el puesto. Si existe expresión obrera organizada. La frecuencia de las consignas recibidas del mando en la jornada.
	Relación con el mando	La amplitud de encuadramiento en primera línea. La intensidad del control jerárquico. La dependencia de puestos de categoría superior no jerárquica.
	Status social	La duración del aprendizaje del trabajador para el puesto. La formación general del trabajador requerida.
	<b>Tiempos de trabajo</b>	Cantidad y organización del tiempo de trabajo
		Duración semanal en horas del tiempo de trabajo. Tipo de horario del trabajador. Norma respecto a horas extraordinarias. Si son tolerados los retrasos horarios. Si el trabajador puede fijar las pausas. Si puede fijar el final de su jornada. Los tiempos de descanso.

A través de los datos recolectados en la observación del puesto de trabajo y los usos de las tablas de puntuaciones, se obtienen las evaluaciones de cada variable y dimensión. La posible puntuación que se puede asignar se encuentra entre 0 y 10; como lo muestra la Tabla 3. La aplicación del método inicia con la observación de la actividad desarrollada por el empleado, en la que se tomarán los datos necesarios para la evaluación. En general, para la toma de datos objetivos, es necesario la utilización de instrumental adecuado.

## **2.2.7 Dimensiones del método LEST**

### **a) Entorno físico**

El adagio clásico por el que viven los ergónomos es: “Adapte la tarea al trabajador”. Se ha ampliado a una definición más holística, que incluye la ergonomía ambiental. Esto se extiende más allá del diseño físico de una estación de trabajo al entorno en el que los empleados pasan toda su jornada laboral. La ergonomía ambiental en los lugares de trabajo de oficina, viene con un conjunto completamente nuevo de desafíos que deben tenerse en cuenta.

Hay tres principios de diseños comunes con respecto a la ergonomía ambiental en el lugar de trabajo de una oficina: clima, iluminación y ruido, y lo ayudaremos a reconocer estos principios a medida que se implementan en su propia oficina, ofreciéndole una mejor comprensión de cómo y por qué abordarlos si observas deficiencias (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

### **Clima**

Las personas trabajan de manera más productiva cuando se encuentran en un clima confortable. El clima puede tener un impacto positivo o negativo en la productividad y la comodidad del lugar de trabajo. Para comprender mejor esto, primero es necesario darse cuenta de que el clima que percibe consta de tres componentes principales: temperatura del aire, humedad del aire y movimiento del aire.

Cada uno de estos componentes debe ajustarse cuidadosamente para adaptarse mejor al entorno de trabajo. Al mantener un clima confortable, se puede aumentar la productividad de los empleados.

La mejor temperatura del aire depende de la temporada. Por lo general, es preferible un rango de 20 a 24 °C (68 a 75 °F), pero el contraste con la temperatura exterior, también puede influir según la estación. Por ejemplo, en el verano, una oficina a 68 °F presenta un gran contraste con la temperatura exterior y puede sentirse incómodamente fría, y lo contrario podría ser cierto para 75 °F en el invierno. Alrededor de 73 °F tiende a ser la temperatura en la que la mayoría de las personas se sienten cómodas. Dependiendo del tamaño del puesto de trabajo, también puede experimentar con la temperatura, determinando cuál es la temperatura preferida por la mayoría de los empleados (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

Hay menos control sobre la humedad del aire, aunque es una medida fácil de tomar. Un mayor nivel de humedad tiende a aumentar el nivel de temperatura percibida. A medida que la humedad cambia con las estaciones, también lo hará la humedad.

En invierno, es recomendable mantener la humedad por encima del 30 por ciento, mientras que en verano el rango de humedad debe estar entre el 40 y el 60 por ciento. Si se cuenta con un sistema HVAC que permite el control de la humedad, se recomienda mantenerlo dentro de estos rangos. De lo contrario, invertir en un humidificador o deshumidificador puede ser una alternativa rentable para ayudar a mantener la comodidad y la productividad de los empleados.

El movimiento de aire normalmente es mínimo. La recomendación es mantener corrientes por debajo de 0,2 m/s, lo que equivale a una ligera brisa. Si las estaciones de trabajo se colocan en los caminos de las rejillas de ventilación o ventanas abiertas, esto podría excederse. Se recomienda seleccionar un diseño de puesto que tenga en cuenta el diseño de las ventilaciones para minimizar el efecto de estas corrientes de aire (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

### **Iluminación**

La iluminación adecuada es esencial para cualquier espacio de trabajo interior. Para mantener los costos bajos, es una práctica común usar la cantidad mínima de iluminación necesaria para cualquier tarea que se esté realizando. La superficie de trabajo de un soldador se considera una situación de "trabajo fino", para la cual se necesitan niveles de luz medios a altos, específicamente en el rango de 45 a 65 velas por pie (500 a 700 lux). Se eligió el mínimo para permitir mejor el trabajo de la estación de trabajo de la computadora, mientras que el máximo se eligió para reducir la probabilidad de deslumbramiento y mantener la relación de contraste más beneficiosa (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

Cabe señalar que el rango de 45 a 65 pies-candela, se aplica principalmente a la superficie de trabajo real. La iluminación de fondo y general puede ser significativamente más baja, alrededor del 30 por ciento del valor mínimo requerido para los niveles de la estación de trabajo, por ejemplo, 15 pies-candela. Luego, se puede usar una iluminación de superficie de trabajo adecuada y ajustable para alcanzar los niveles específicos de la estación de trabajo, lo que puede ayudar a ahorrar costos de electricidad (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

El deslumbramiento de las fuentes de luz circundantes, puede ser un problema importante según la posición de los monitores de computadora. Es posible que haya experimentado este fenómeno antes cuando una lámpara (o el sol) detrás de usted se refleja en su pantalla, o tal vez cuando la fuente de luz está frente al colaborador brillando directamente en sus ojos. Esto no solo impide su capacidad para ver el área de trabajo,

sino que también puede hacer que entrecierre los ojos, lo que provoca fatiga visual o requiere posturas incómodas para eliminar el efecto.

El contraste máximo recomendado que debe existir en el campo de visión es 10:1. Idealmente, las fuentes de luz (incluidas las ventanas) deben colocarse a la izquierda o a la derecha. Con la línea de visión perpendicular a la fuente de luz, se reduce la cantidad de deslumbramiento directo e indirecto (reflejado). Siempre que sea posible, evítese el uso de colores y superficies reflectantes, o el uso de iluminación directa (frente a la difusa) para minimizar las posibilidades de deslumbramiento. Por lo general, las estaciones de trabajo deben colocarse lejos de las ventanas debido al alto contraste y el resplandor que provoca la luz solar. Un diseño y una ubicación deficiente pueden reducir la productividad y provocar fatiga visual (Smriti 2014).

### **Ruido**

El volumen de una oficina típica suele oscilar entre 40 y 60 dB, y las fuentes de este ruido van desde los ventiladores de las computadoras hasta las fotocopiadoras y las personas que hablan a su alrededor. En general, los niveles más altos de ruido, pueden resultar en un estado de alerta deteriorado y molestias, lo que reduce el rendimiento. Sin embargo, se ha demostrado que reducir el ruido de fondo reduce los errores de tipeo.

Mantener un nivel más bajo de ruido de fondo también es importante para comprender las conversaciones que tiene con sus colegas o por teléfono. Una conversación normal se mantiene a volúmenes entre 60 y 65 dB. Para comprender el habla correctamente, recomendamos que el ruido de fondo sea al menos 10 dB más bajo (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

Sin embargo, incluso cuando el habla es de 60 dB y el ruido de fondo es de 40 dB, las personas generalmente solo comprenden alrededor del 80 por ciento del habla. El uso de una sala separada con un ruido de fondo mínimo, ayudaría a maximizar la comprensión del habla para las reuniones. Es recomendable mantener el ruido de fondo entre 48 y 55 dB, lo que se ha demostrado que reduce los errores relacionados con el ruido. Sin embargo, mantener el ruido de fondo entre 54 y 59 dB ayudarán a enmascarar las conversaciones que distraen. Para reducir el ruido de fondo procedente de los equipos, se recomienda trasladar los equipos más ruidosos a una habitación separada de las zonas de trabajo de precisión. Los divisores y las alfombras que absorben el sonido también pueden ayudar a reducir el ruido (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

Los factores ambientales discutidos aquí son una pieza del rompecabezas en la ergonomía. Todos los aspectos del lugar de trabajo, desde la silla, el diseño de la estación

de trabajo, los equipos, herramientas y otros elementos, deben diseñarse y ubicarse de manera óptima en función de las tareas que se realizan y una variedad de factores personales. El objetivo de la ergonomía es diseñar y configurar lugares de trabajo libres de riesgos para la salud y la seguridad, cómodos y productivos.

### **Carga física**

El trabajo de soldadura manual, generalmente conlleva una gran carga de trabajo físico. Esto a su vez significa un alto gasto de energía para el trabajador. La producción de energía depende de la tarea y el ritmo al que se realiza. El trabajador necesita una ingesta de alimentos mucho mayor que el trabajador de oficina “normal” para hacer frente a las exigencias del trabajo (Smriti 2014).

Una carga estática, es una fuerza mecánica aplicada lentamente a un conjunto u objeto. Las cargas estáticas no cambian con el tiempo, sino que permanecen constantes, lo que permite realizar pruebas para determinar las cargas máximas que pueden soportar estructuras como puentes o pisos en torres. La carga estática también se puede utilizar para calcular la resistencia de diferentes tipos de material.

Las cargas estáticas difieren de las cargas dinámicas, donde las fuerzas se aplican rápidamente y pueden cambiar. Por ejemplo, un estacionamiento sin vehículos en movimiento está sujeto a una carga estática, pero cuando los vehículos se mueven, la carga se vuelve dinámica.

Sostener un peso o sentarse son ejemplos de trabajo físico estático. Así mismo hacer ejercicio cargando peso, caminar o correr son ejemplos de trabajo físico dinámico. Cualquiera que sea el tipo de trabajo físico, genera calor que se disipa porque es más que el requerimiento del cuerpo.

Por lo tanto, se requiere energía para producir o generar este calor. La comida es la fuente básica de energía que proporciona glucógeno en el cuerpo humano. El proceso de conversión de glucógeno en energía requerida para el trabajo, es un fenómeno químico. Esto genera ácido láctico que desaparece rápidamente en forma de dióxido de carbono y agua. De esta forma, el proceso de conversión de alimentos en energía tiene dos partes (Smriti 2014).

La primera parte es la conversión de glucógeno (que proviene de los alimentos) en ácido láctico y esto se denomina carga anaeróbica (es decir, que no requiere oxígeno). La segunda parte es la que el ácido láctico se convierte en dióxido de carbono y agua, se conoce como cambio aeróbico (que necesita oxígeno). Además, si la cantidad disponible de glucógeno en el cuerpo humano se agota y el trabajo continúa (es decir, se hace una demanda del cuerpo), la reposición proviene de la sangre y también se requiere oxígeno.

Esto aumentaría la frecuencia respiratoria y los latidos del corazón (es decir, para un mayor requerimiento de oxígeno y más bombeo de sangre). En algunos tipos de trabajo físico, el proceso de aumento del ritmo cardíaco y de la respiración puede ser suficiente para continuar trabajando durante un período de tiempo.

En otros estos incrementos no son suficientes y el ácido láctico se iría acumulando en la sangre. Finalmente, llega una situación en la que los mejillones no responden. Se puede concluir que para desechar el exceso de ácido láctico restante, se debe suministrar oxígeno. Este requerimiento adicional de oxígeno se denomina deuda de oxígeno y se satisface con un aumento del ritmo cardíaco y de la respiración durante algún tiempo, incluso después del trabajo (Smriti 2014).

### **Carga mental**

La carga de trabajo mental (MWL) es uno de los conceptos más utilizados en ergonomía y factores humanos y representa un tema de creciente importancia. Dado que la tecnología moderna en muchos entornos de trabajo impone demandas cada vez más cognitivas a los operadores, mientras que las demandas físicas disminuyen, comprender cómo el MWL afecta el rendimiento es cada vez más crítico. Sin embargo, MWL es también uno de los conceptos más nebulosos, con numerosas definiciones y dimensiones asociadas a él. Además, la investigación de MWL ha tenido una tendencia a centrarse en sistemas complejos, a menudo críticos para la seguridad (por ejemplo, transporte, control de procesos).

Si la carga de trabajo es alta o las tareas son complejas, el individuo no tiene suficiente tiempo para dominar adecuadamente sus tareas, y la conciencia de la situación se verá afectada y puede tomar decisiones inapropiadas basadas en información incompleta o incorrecta (Sneddon, Mearns y Flin 2006). La presión laboral es considerada como una de las causas de los comportamientos inseguros al reducir la motivación por la seguridad (Young et al. 2015).

La carga de trabajo mental refleja la cantidad de recursos mentales necesarios para realizar un conjunto de tareas simultáneas (Hoedemaeker, 2002). La alta carga de trabajo mental sostenida causará fatiga mental, disminución del rendimiento e incluso efectos perjudiciales para la salud a largo plazo (Holm et al., 2009). Como resultado, comprender la carga de trabajo mental de los ocupantes y su relación con el desempeño de la tarea en diferentes ambientes térmicos, podría brindar información sobre el manejo de la temperatura del lugar de trabajo y mejorar el desempeño y el bienestar de los ocupantes.

Para medir la carga de trabajo mental de los ocupantes en el entorno de la oficina, un enfoque prometedor es medir las señales de EEG, que es una técnica para monitorear y registrar la actividad eléctrica del cerebro a través de electrodos colocados en la superficie del cuero cabelludo (Wang et al., 2019). EEG puede capturar las variaciones sutiles en los estados cognitivos, lo cual es una tarea desafiante para los métodos de evaluación convencionales que utilizan las respuestas subjetivas de las personas. Por ejemplo, a medida que aumenta la demanda de la tarea, aumenta la actividad de la banda theta (4–8 Hz) del lóbulo frontal y disminuye la actividad alfa (8–12 Hz) del lóbulo parietal (Lean y Shan, 2012).

La carga de trabajo del procesamiento de la información, puede traer riesgos cuando surgen peligros de conducción inesperados (Horrey y Wickens, 2016). En la mayoría de las condiciones de conducción, los conductores realizan tareas de conducción automática bien practicadas. Por ejemplo, sin pensarlo mucho, los conductores reducen la velocidad cuando ven luces amarillas o rojas, y activan las señales de giro cuando pretenden girar o cambiar de carril. Los conductores experimentados automatizan algunas tareas: mantenerse dentro de un carril, observar el límite de velocidad y las señales de navegación, y revisar los espejos retrovisores y laterales. Las personas pueden realizar estas tareas de conducción de manera segura con una carga de trabajo cognitiva promedio.

Conducir un vehículo es una tarea compleja que podría incluir grandes desviaciones en la carga de trabajo mental (Baldwin y Coyne, 2005). Los conductores deben procesar una gran cantidad de información proveniente del exterior del vehículo: intensidad del tráfico, señales de tráfico, etc. La conectividad de las personas, los dispositivos de entretenimiento y los sistemas de navegación, conducen a un aumento de la información que ingresa al interior del automóvil. Esta creciente información conlleva la consiguiente demanda de recursos visuales y auditivos, lo que repercute directamente en la carga de trabajo mental.

El enfoque de control adaptativo permanente es una base importante para comprender la relación entre la carga de trabajo mental, el rendimiento de conducción y la demanda de la tarea, tal como la percibe el conductor (Waard, 2002). En este contexto, hay momentos en el desempeño de la conducción donde el aumento simultáneo en el número de tareas aumenta la demanda del conductor, lo que se traduce en un aumento del esfuerzo mental invertido y en una disminución de la eficiencia del desempeño.

Podría derivarse una correlación entre la demanda de tareas y la carga de trabajo mental, es decir, cuando hay una demanda de tareas alta, también hay un nivel alto de

carga de trabajo mental; sin embargo, los conductores tienden a desarrollar un conjunto de estrategias que les permiten gestionar la carga de trabajo mental y regular su rendimiento. Así, no es posible establecer una correlación entre la demanda de la tarea y la carga de trabajo mental, ya que esta asociación siempre depende de las estrategias y factores internos de cada operador.

No todos los investigadores intentan medir la carga de trabajo mental utilizando las tres técnicas descritas anteriormente, aunque son las más populares. Algunos científicos administran solo una tarea e interpretan las disminuciones en el desempeño de la tarea como indicadores de una mayor carga mental (Albanés, 1977). Si bien este método parece ser simple de usar e interpretar, equipara la carga de trabajo con el rendimiento y parece poco efectivo para detectar cambios en la carga de trabajo mental, para una tarea asociada con niveles bajos a medios de carga de trabajo mental.

Otros en el campo han utilizado el método de observación para medir la carga de trabajo mental (Hurst y Rose, 1978). Aunque es similar a la técnica de calificación subjetiva, se usa con menos frecuencia. Un observador monitorea el comportamiento de otra persona involucrada en una tarea y califica subjetivamente el grado de estrés reflejado por el trabajador.

### **Aspectos psicosociales**

Un entorno de trabajo que implique grandes exigencias a las personas y que proporcione poca supervisión sobre la realización de las tareas, limitará la autoestima y por lo tanto, provocará una experiencia estresante con consecuencias adversas para la salud a largo plazo. La fatiga asociada a una alta carga de trabajo, los trabajos con altas exigencias psicológicas y los conflictos personales con los compañeros de trabajo, son factores de riesgo a controlar ante posibles percances (Swaen et al. 2004).

Un aspecto como la autonomía a la hora de decidir el horario de trabajo se manifestó como una atenuación de la frecuencia de lesiones. También sitúa la satisfacción laboral y la conciliación de la vida laboral y familiar como un factor mitigante de posibles accidentes laborales (Kim 2018).

El liderazgo directivo aparece como un elemento a tener en cuenta en las patologías de los trabajadores de tipo psicosocial. En su artículo, Hinkka et al. (2013), atribuyó una reducción en el riesgo de accidentes, lo que resultó en una baja por enfermedad al estímulo positivo de los gerentes, a un buen clima laboral y al reconocimiento en el trabajo. En la misma línea, Giorgi et al. (2014), consideran que los gerentes deben desarrollar mecanismos para la detección y la supervisión de la salud psicológica de sus trabajadores

y específicamente del estrés al que están sometidos, para la mejora de las condiciones que lo provocan. También hay evidencia de que ha habido colaboración con los trabajadores para demostrar que son valorados, entre otros factores.

Las condiciones emocionales y las relaciones sociales de las personas son aspectos que tienen cierta importancia en la ocurrencia de accidentes. El estudio realizado por Kirschenbaum, Oigenblick, y Goldberg (2000), concluyeron que había una probabilidad considerable de lesiones al observar el tipo de puesto de trabajo, el nivel de ingresos personales, la participación en trabajos peligrosos, la preocupación emocional y las viviendas deficientes. La relación existente entre la insatisfacción laboral y sus consecuencias sobre la salud del trabajador, queda demostrada cuando una baja satisfacción aumenta los niveles de riesgo de lesionarse. Esta correlación sugiere la necesidad de métodos de intervención para detectar este tipo de situaciones.

La existencia de acoso laboral es otro aspecto que deteriora la satisfacción laboral de los trabajadores atormentados, con consecuencias nocivas para la salud del trabajador. El estado de satisfacción con el puesto de trabajo se revela como un factor que disminuye el riesgo de sufrir un accidente laboral, sobre todo en puestos de trabajo con mayores exigencias de especialistas que inciden directamente en las lesiones laborales (Barling, Kelloway y Iverson, 2003).

La influencia de las condiciones psicosociales analizadas por género, se produce como consecuencia de situaciones muy diferenciadas. En las pequeñas y medianas empresas, el estrés y la carga de trabajo, generan altos índices de asociación con la accidentalidad entre los hombres; sin embargo, las escasas relaciones con los compañeros de trabajo y la familia, son los factores más significativos entre las mujeres.

### **Tiempos de trabajo**

En una encuesta de más de 12 500 trabajadores con horario extendido, el 30 % de los trabajadores masculinos y el 41 % de las trabajadoras, informaron dolor de espalda “crónico o frecuente”, según un informe, “Riesgos ergonómicos, mitos y soluciones para operaciones con horario extendido, emitido por Circadian Technologies. El dieciséis por ciento de los trabajadores varones y el 27 por ciento de las trabajadoras informaron dolor de muñeca “crónico o frecuente” (ISHN, 2014, ¿).

La privación del sueño podría ser perjudicial en términos de lesiones musculares, de ligamentos o de tendones. Dado que el empleado promedio de horario extendido duerme solo de 5,1 horas a 5,5 horas cada día cuando trabaja en un turno de noche, podría enfrentar un mayor riesgo de lesiones ergonómicas.

El equilibrio entre el trabajo y la vida familiar, es importante para controlar la cantidad de días de trabajo perdidos debido a quejas de MSD. Tanto los hombres como las mujeres que se enfrentan a la presencia simultánea de una alta carga de trabajo mental y una mayor carga de trabajo doméstico, tienen un aumento de los TME de cuello y hombro.

Los empleados que reportaron poca o ninguna influencia sobre su horario de trabajo tuvieron aumentos significativos en las lesiones ergonómicas de los hombros, las caderas y las rodillas.

El informe plantea cuestiones importantes para los gerentes de las instalaciones de horario extendido, en las que los niveles de horas extra han alcanzado máximos históricos y en las que los empleados trabajan regularmente por las tardes, noches, rotaciones y turnos largos (ISHN 2004).

Los gerentes de operaciones de horario extendido, pueden implementar numerosas intervenciones para abordar el mayor riesgo de lesiones ergonómicas para los 24 millones de estadounidenses que regularmente trabajan de noche en turnos rotativos, con horarios irregulares y de guardia.

“Involucrar a los empleados en la selección de horarios, capacitarlos en la gestión de las demandas de la vida laboral de trabajar horas extendidas y revisar las políticas del lugar de trabajo, como las reglas de descanso y los períodos de descanso, puede reducir significativamente el riesgo de accidentes y lesiones costosas”, afirma Alex Kerin, Ph. D., especialista en ergonomía circadiana (ISHN 2004).

### **2.2.8 Soldadura de puntos**

La soldadura por puntos es un proceso rápido de pre soldadura, en el que se aplican pequeños cordones en forma de puntos a lo largo de la unión. El número de puntos de soldadura requeridos depende de la geometría de la unión, la longitud, el grosor del material y el tipo de metal. Todos los soldadores necesitan la soldadura por puntos como una de las habilidades fundamentales en su caja de herramientas. Casi todos los trabajos de soldadura requieren soldaduras por puntos, particularmente las uniones complejas.

La función de la soldadura por puntos es mantener las piezas de trabajo en la alineación adecuada mientras se lleva a cabo la soldadura real. Pero eso no significa que las soldaduras por puntos sean insignificantes o que pueda improvisarlas sin preocuparse por los errores; por el contrario, la soldadura por puntos incorrecta a menudo genera muchos problemas y puede arruinar por completo su trabajo.

Las soldaduras por puntos mantienen la junta en su lugar con o sin las abrazaderas. A veces, se deben usar accesorios como imanes y abrazaderas antes de colocar

soldaduras por puntos. Pero es poco probable que la mayoría de estos accesorios mantengan la geometría de la junta bajo tensiones de soldadura internas o externas, razón por la cual las soldaduras por puntos son mejores. Además, a menudo es necesario quitar las abrazaderas para acceder a la junta con la antorcha.

A medida que comienza a colocar la soldadura real a lo largo de la línea de la junta, las tensiones internas de la expansión y contracción del metal, tienden a separar la junta, deformarla y cambiar su forma. Las soldaduras por puntos deben soportar estas fuerzas hasta que se complete la costura de soldadura (Weld Guru, 2022).

Las soldaduras por puntos deben ser lo suficientemente pequeñas para incorporarse fácilmente al cordón de soldadura final, pero lo suficientemente grandes para sujetar las piezas con firmeza. Es complicado lograr el equilibrio adecuado entre los dos, sin embargo, nunca debe hacer soldaduras por puntos más grandes que la soldadura final.

Por ejemplo, una unión soldada de 1/2 pulgada de ancho no debe tener soldaduras por puntos de 5/8 de pulgada. Si los puntos de soldadura están sobredimensionados, causarán una discontinuidad en la forma de la soldadura y se convertirán en un punto significativo de concentración de tensión. Aquí hay algunos consejos a tener en cuenta al elegir el tamaño y la cantidad de puntos de soldadura:

Tensiones internas: cuanto mayor sea la soldadura final, más fuerzas internas deben soportar las soldaduras por puntos a medida que se enfría la soldadura permanente. Por lo tanto, las soldaduras por puntos insuficientes o las soldaduras por puntos de tamaño insuficiente se romperán a medida que la soldadura se enfríe, incluso mientras avanza a lo largo de la unión.

Longitud de la junta: las juntas más cortas requieren menos puntos de soldadura si la geometría de la junta es recta. Sin embargo, si está soldando una unión corta y con curvas, es posible que necesite muchas tachuelas.

Tolerancia especificada: es posible que necesite más soldaduras por puntos según la precisión de unión deseada.

Ajuste complejo: si suelda geometrías de unión complejas, necesitará colocar más puntos de soldadura.

Espesor del material: los calibres delgados requieren muchas soldaduras por puntos pequeñas espaciadas uniformemente, mientras que las piezas metálicas gruesas se pueden soldar por puntos en solo unos pocos puntos (Weld Guru 2022).

### **Posición de soldadura por puntos**

Los puntos de soldadura deben ubicarse dentro de la junta para que puedan volver a fundirse en el paso final. Si es necesario, pula la forma de la soldadura por puntos para alinearla con la ranura en V esmerilada u otro tipo de unión (Weld Guru 2022).

### **Tachuelas de soldadura de palo**

La mayor parte del desafío, es producir soldaduras por puntos utilizando el proceso de soldadura por electrodos. El arco tiende a desviarse y el humo reduce la visibilidad del baño de soldadura. Además, no es fácil controlar la varilla, especialmente cuando se usa un electrodo nuevo.

Algunos electrodos de soldadura son más difíciles de reiniciar después de haber hecho la primera virada. Por ejemplo, el electrodo E7018 quema el núcleo de metal de aporte en el interior del revestimiento de fundente; por lo tanto, cuando intente volver a encender el arco para la soldadura por puntos posterior, estará rayando el fundente en la punta de la varilla sobre el metal. Como resultado, su arco no comenzará. Una solución simple es usar una lima de metal para quitar el recubrimiento de fundente de la punta antes de cada soldadura por puntos (Weld Guru, 2022).

El electrodo E6010 funciona perfectamente para soldaduras por puntos. Aun así, la mayoría de las soldadoras basadas en inversores no pueden ejecutarlo correctamente, porque sus condensadores no almacenan la corriente suficiente necesaria para la descarga eléctrica durante el inicio del arco. Pero puedes usar la varilla alternativa E6011 que también funciona bastante bien. Ambas varillas tienen una gran capacidad para reiniciar el arco y sus baños de soldadura se congelan rápidamente.

El E6013 no funciona bien para la adherencia, porque deposita más escoria que el metal de aporte, lo que hace que las adherencias sean muy débiles.

La soldadura con varilla es más adecuada para metales de calibre mediano a grueso. Es difícil soldar calibres delgados con MMA, pero la soldadura por puntos de láminas de metal con electrodos revestidos es aún más difícil (Weld Guru 2022).

### **Tachuelas de Soldadura TIG**

La soldadura TIG es muy adecuada para la soldadura por puntos gracias a su precisión inherente. El arco es estable, enfocado y ofrece buena visibilidad. Además, puede soldar por puntos calibres delgados sin material de relleno. Simplemente use un amperaje bajo para fusionar las tachuelas a lo largo de la unión.

Es mejor usar una punta de electrodo de tungsteno afilada para la soldadura por puntos TIG. Esto estrecha el cono del arco y enfoca el calor en la zona de pegajosidad.

El tungsteno seriado funciona bien para láminas de metal delgadas gracias a sus excelentes características de soldadura de bajo amperaje y excelentes inicios de arco; pero, para materiales más gruesos, usar electrodos de tungsteno toreados o lantanados, ambos ofrecen excelentes arranques de arco, pero el tungsteno lantanado no es radiactivo (Weld Guru, 2022).

### **Soldaduras Por Puntos MIG/FCAW**

La soldadura MIG funciona bien para puntear. La antorcha MIG le permite llenar con precisión la soldadura por puntos usando el alimentador de alambre.

Algunos consejos para el virado MIG son:

- Corte el extremo del cable antes de cada tachuela, especialmente si se forma una bola.
- Use un diámetro de alambre más pequeño porque esto reduce el volumen de metal depositado y la entrada de calor.
- Aumente la salida de voltaje porque esto amplifica el “empuje” eléctrico del arco y aplanar el cordón.
- Las velocidades de alimentación de alambre más bajas evitan que se quemar el material delgado (Weld Guru 2022).

### **Cuando usar la soldadura por puntos**

Rara vez hay una razón para omitir la soldadura por puntos. Si se hace correctamente, las tachuelas mejoran el ajuste de la unión y la calidad de la soldadura. Siempre debe usar soldaduras por puntos con:

- Material delgado.
- Piezas grandes.
- geometrías complejas.
- Esfuerzos causados cuando las piezas deben moverse mientras se lleva a cabo la soldadura final.
- Soldaduras donde no puede usar abrazaderas u otros accesorios.

### **Tipos De Soldaduras Por Puntos**

Hay 3 tipos de soldaduras por puntos:

- Soldadura por puntos estándar.

- Puente de soldadura por puntos.
- Soldadura por puntos calientes (Weld Guru 2022).

#### **a. Soldadura Por Puntos Estándar**

Las soldaduras por puntos estándar, se colocan dentro de la junta y están destinadas a ser consumidas durante la soldadura final. Estas soldaduras mantienen las piezas juntas en el ajuste adecuado mientras se lleva a cabo la soldadura final (Weld Guru, 2022).

#### **b. Puente De Soldadura Por Puntos**

Si el diseño de la junta requiere una abertura de raíz, como suelen hacer las tuberías, es necesario cerrar la brecha con tachuelas.

Sin embargo, esta forma de virar requiere más habilidad. Es fácil aplicar un exceso de calor, lo que amplía el espacio en el lado opuesto de la junta.

Pero, un punto significativo aquí es que las tachuelas del puente no penetran la raíz de la unión. Puedes pulirlos después de hacer la primera pasada de raíz (Weld Guru, 2022).

#### **c. Soldadura Por Puntos Calientes**

El uso excesivo de calor y la deposición de metal de aporte, a veces pueden funcionar a su favor.

Si necesita cerrar un espacio significativo, puede forzarlo a que se cierre sobre sí mismo, aplicando tachuelas excesivamente calentadas y martillando en su lugar.

El calor demasiado alto causará una fuerte contracción. Entonces, a medida que el metal se enfría, martilla el espacio para cerrarlo. La acción de enfriamiento de la soldadura lo ayudará a unir las piezas. Solo recuerde que esto no es lo ideal y probablemente no pasaría los controles de calidad (Weld Guru, 2022).

## **2.3 TÉRMINOS BÁSICOS**

**Ergonomía.** Se define como la relación entre el hombre y la máquina y la aplicación de principios anatómicos, fisiológicos y psicológicos para resolver los problemas que surgen de las relaciones hombre-máquina (Broberg ,2015).

**Trastorno músculo-esquelético.** Las deficiencias o trastornos musculoesqueléticos, comprenden más de 150 enfermedades/condiciones diferentes que afectan el sistema y se caracterizan por deficiencias en los músculos, huesos, articulaciones y tejidos conectivos adyacentes que conducen a limitaciones temporales o

de por vida en el funcionamiento y la participación (Asociación Internacional de Ergonomía, 2013).

**Análisis ergonómico.** Una evaluación ergonómica, es el proceso de realizar una investigación científica de la estación de trabajo y el entorno de un individuo, a fin de proporcionar recomendaciones para un entorno de trabajo más saludable en función de los resultados de estos hallazgos. (Departamento de trabajo de los EE.UU., 1994).

**Metodología LEST.** El método Lest busca evaluar las características de trabajo de una manera objetiva e integral, garantizando un diagnóstico final que muestre si cada situación considerada en el puesto es agradable, incomoda o perjudicial (Prevencionar, 2021).

#### **Entorno físico.**

El entorno físico es donde las personas se desarrollan y trabajan. Un entorno físico deficiente, puede afectar la capacidad de los colaboradores para vivir una vida larga y saludable. (Asociación Internacional de Ergonomía, 2013).

**Carga de trabajo.** Para Helander (2005, p. 25), “es el conjunto de requerimientos psico-físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de la jornada laboral”

**Carga mental.** De acuerdo con Salvendy y Karwowski (2021), es el “conjunto de requerimientos mentales, cognitivos o intelectuales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral, es decir, nivel de actividad mental o de esfuerzo intelectual necesario para desarrollar el trabajo”.

**Aspectos psicosociales.** El concepto factores psicosociales hace referencia a “aquellas condiciones presentes en una situación laboral relacionadas con la organización, el trabajo y la realización de la tarea, y que tienen capacidad para afectar tanto al bienestar o la salud (física, psíquica o social) del trabajador y del trabajo” (Seim, Broberg y Andersen, 2014, p. 19).

**Tiempo de trabajo.** El tiempo total de un ciclo de trabajo viene dado por “la suma de los tiempos parciales de cada uno de los elementos, multiplicados cada uno de ellos por un factor que tenga en cuenta su repetición o frecuencia dentro de dicho ciclo” (ISHN, 2004, p. 38).

**Soldador:** Se dedican básicamente a unir piezas mediante la aplicación de calor intenso, con el objeto de obtener un cuerpo resultante que sea homogéneo y rígido. (Falzon, 2014).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

El método utilizado, fue el método hipotético-deductivo (HD), a veces llamado método científico, es un patrón cíclico de razonamiento y observación utilizado para generar y probar explicaciones propuestas (es decir, hipótesis y/o teorías) de observaciones tomadas en el campo (Lawson, 2015).

Respecto al método específico, se utilizó la observación, aplicada al momento del levantamiento de datos, permitiendo así realizar un buen análisis ergonómico.

La investigación además fue transeccional, debido a que el análisis ergonómico del puesto se realizó en una sola ocasión, el estudio es univariable, debido a que se investigó a la variable análisis ergonómico, de acuerdo con ese análisis se diseñó una propuesta de mejora. Además, el estudio es prospectivo, ya que genero información, obtenida a propósito de la misma investigación mayoritariamente.

Finalmente, el alcance de la investigación, equivale a una descriptiva propositiva; los datos recopilados permiten comprender o evaluar a la variable y en función de ello sugerirle una mejora. Se realizó una segunda corrida del software para simular los resultados de la mejora propuesta, sin embargo, no se llegó a implementar las mejoras por lo que no puede considerarse como de alcance pre experimental.

#### **3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio presenta un diseño no experimental, debido a que el estudio depende totalmente de las variables que están fuera del alcance del control del investigador. No se pueden controlar, manipular o alterar a los sujetos de ninguna manera. Eso los deja solo con seguir observando e interpretando a sus sujetos a lo largo de la investigación, pudiendo simular resultados sin manipular a los sujetos de estudio (Cegarra, 2004).

También puede afirmarse que es transversal, debido a que en este tipo de estudio, el investigador levanta datos reales, calcula el resultado y las exposiciones de los participantes del estudio de manera simultánea y en solo momento. Es propio de los estudios observacionales (Setia, 2016).

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1 Población**

La institución en la que se desarrolló el presente proyecto de investigación, varía en cuanto a sus colaboradores, evidenciándose en el 2021 entre 74 a 156 colaboradores, con un promedio de 117 colaboradores, siendo específicamente 22 soldadores, de los cuales 12 son fijos y 10 se contratan en promedio, cuando los proyectos son grandes y exceden a su capacidad operativa.

#### **3.3.2 Muestra**

Dado que se busca investigar la situación ergonómica actual de los soldadores operativos, se considerarán a los doce que laboran de manera permanente en la empresa.

#### **3.3.3 Técnicas e instrumentos**

Las técnicas que se utilizaron en el presente estudio fueron las siguientes:

- Análisis documental, aplicado para el análisis de la demanda y análisis de los riesgos de los puestos.
- Observación, aplicada para el análisis con los softwares e-ruler y e-lest.
- Encuesta, aplicada mediante el cuestionario Nórdico.

Mientras que las herramientas o instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Software E-lest.
- Medidor ambiental 5 en 1 (luxómetro, sonómetro, anemómetro y termohigrómetro LM-8102).
- Cuestionario Nórdico estandarizado de percepción de síntomas músculo esqueléticos.

## **CAPÍTULO IV**

### **DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS**

#### **4.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

##### **4.1.1 Reseña histórica**

La empresa motivo de investigación, tiene como razón de ser, el generar “soluciones integrales con servicios y productos multimarca, fundada en 1980 y especializada en la fabricación, reparación y reconstrucción de piezas y componentes para la industria en general”.

Además, “la constancia de los fundadores y el personal altamente capacitado de la empresa se posiciona en los más altos, siendo reconocida por las principales empresas de los diversos sectores económicos del país: Minera, Pesca, Hidrocarburos, Agroindustria, Industria cementera, Construcción, Energético, Manufacturero y otros”.

En la actualidad la empresa cuenta con un staff de profesionales altamente calificados, así como, un local propio en el Callao y tres sucursales en provincia, ubicados en Arequipa, Cajamarca y Chiclayo. Todos equipados con una amplia gama de máquinas herramienta y personal técnico calificado en distintas especialidades (Página web institucional, 2021).

##### **4.1.2 Misión, visión y política de calidad**

La misión y la visión fueron extraídas de la página institucional de la empresa.

**Misión.** “Proveer a cada uno de nuestros clientes soluciones integrales con servicios y productos multimarca a precios competitivos para sus equipos y componentes del sector minero e industrial”.

**Visión.** “Ser reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción alternativa, superando sus expectativas”.

### Política de calidad

La empresa brinda “soluciones integrales con servicios y productos multimarca. Se tiene como política de calidad satisfacer los requerimientos de nuestros clientes, superando sus expectativas, dentro del marco legal y reglamentario vigente, brindando soluciones de operatividad y ofreciendo servicios y productos de calidad basados en el mejoramiento continuo de nuestros procesos”. Para ello se cuenta con personal competente, se promueve los valores y el desarrollo humano a través de capacitación continua.

### Objetivos de calidad

Los objetivos de calidad son:

- Incrementar el grado de satisfacción de nuestros clientes.
- Incrementar permanentemente la eficacia y eficiencia de nuestros procesos
- Incrementar el desempeño de nuestro personal”.

### 4.1.3 Organigrama de la empresa

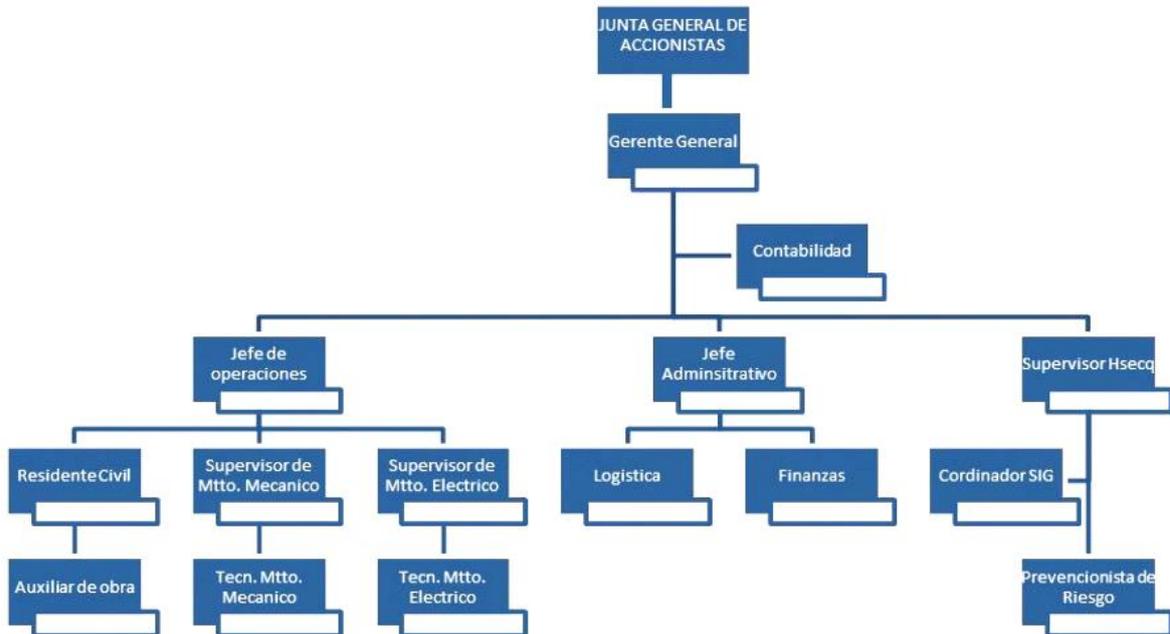


Figura 4. Organigrama estructural de la empresa

#### 4.1.4 Servicios prestados

Los servicios prestados son:



**Figura 5.** Servicios prestados por la empresa.

**Fuente:** [www.recolsa.com.pe](http://www.recolsa.com.pe)

- Venta y reparación integral de componentes hidráulicos y neumáticos.
- Reconstrucción de maquinaria pesada.
- Trabajos in situ.
- Maquinado y rectificado.
- Centro de maquinado de sellos.
- Cromo duro industrial.
- Reconstrucción de cigüeñales.
- Reconstrucción por soldadura.
- Babbitado por colada y centrifugado.

#### 4.1.5 Análisis ergonómico del trabajo

##### a) Análisis de la demanda

En el diagrama IPER-C evidenciado en el Anexo 1, se observa el riesgo alto presente en el puesto de soldador. A esto se suma reiteradas inasistencias de los colaboradores que se desempeñan en el puesto de soldador en diversos proyectos de montaje y obras de mantenimiento industrial, advirtieron a la jefatura de taller, sobre un problema constante, lo cual queda evidenciado en la siguiente tabla:

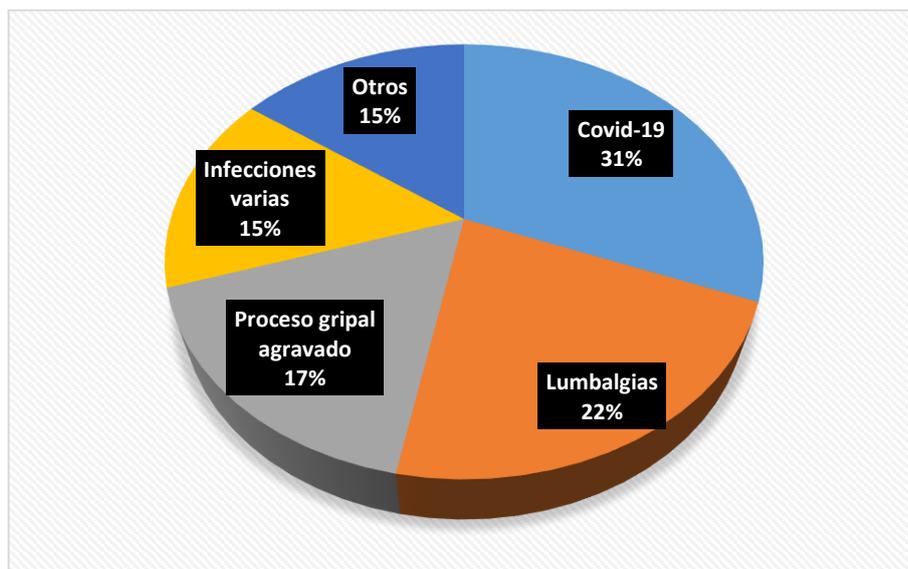
**Tabla 5.**

*Informe de permisos por descansos médicos (2021)*

Mes	Descansos médicos	Descansos médicos en el área de
	totales	soldadura
H-H perdidas (en horas/mes)		
Enero	91	42
Febrero	38	15
Marzo	72.5	33
Abril	64	33
Mayo	48	21
Junio	77	36
Julio	79.5	35
Agosto	74	35
Setiembre	80	37
Octubre	88	42
Noviembre	45	22
Diciembre	59	18

**Nota:** Emitido por oficina de bienestar social- zonal sur (2022).

El análisis detallado de los permisos médicos, específicamente en el área de soldadura, evidencia la siguiente distribución:



**Figura 6.** Principales causas de descansos médicos en el área de soldadura.

**Nota:** Tomada de «Estadísticas de accidentes laborales», por Oficina de bienestar social- zonal sur. 2022.

Se evidencia que tras la pandemia del COVID-19 vigente aún, en el año 2021 en que se inició el proceso de vacunación en Perú, La causa más común es cargar objetos de forma incorrecta, malas posturas, ausencia de ejercicios regulares, fractura, hernia de disco o artritis, son las causas principales de permiso médico seguida de las influencias fuertes y la infección a zonas variadas del cuerpo humano.

#### 4.1.6 Indicadores de seguridad y salud en el trabajo

Un indicador de salud ocupacional es una medida de una enfermedad o lesiones relacionadas con el trabajo, o factores asociados con la salud ocupacional, como exposiciones, peligros o intervenciones en el lugar de trabajo, en una población de trabajadores (Maryland Enterprise, 2019).

##### A. Índice de frecuencia, severidad y accidentabilidad

Los índices se extrajeron de la “Propuesta de Indicador de Accidentabilidad Laboral para Perú” (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo 2017) y fueron otorgados por al área pertinente de la empresa.

**Tabla 6.**

*Índice de frecuencia, severidad y accidentabilidad*

Mes	Total de trabajadores	H-H Trabajad	Accidente Incapacitante	Días Perdidos	IF	IS	IA
Enero	74	14,800	2	4	27.03	54.05	14.61
Febrero	74	14,208	0	0	0.00	0.00	0.00
Marzo	121	26,136	1	2	7.65	7.65	0.59
Abril	112	21,504	1	2	9.30	9.30	0.87
Mayo	156	33,696	1	4	5.94	5.94	0.35
Junio	142	28,400	2	3	14.08	28.17	3.97
Julio	114	22,800	1	3	8.77	8.77	0.77
Agosto	141	29,328	2	4	13.64	27.28	3.72
Setiembre	128	26,624	1	3	7.51	7.51	0.56
Octubre	109	22,672	1	4	8.82	8.82	0.78
Noviembre	105	21,840	1	3	9.16	9.16	0.84
Diciembre	127	25,400	2	2	15.75	31.50	4.96
<b>Total</b>	<b>117</b>	<b>23,951</b>	<b>15</b>	<b>34</b>	<b>10.64</b>	<b>16.51</b>	<b>2.67</b>

**Nota:** oficina de bienestar social- zonal sur (2022).

Cabe resaltar que estos son índices generales de la empresa; sin embargo, al consultarle al encargado de seguridad, manifestó que aproximadamente un 15 % de los eventos que originan accidentes, se ocasionaron en el puesto de soldador. Queda claro que, se evidencia que los indicadores de accidentabilidad son elevados y con tendencia a elevarse de no tomarse medidas correctivas inmediatas.

#### **4.1.7 Análisis de la tarea**

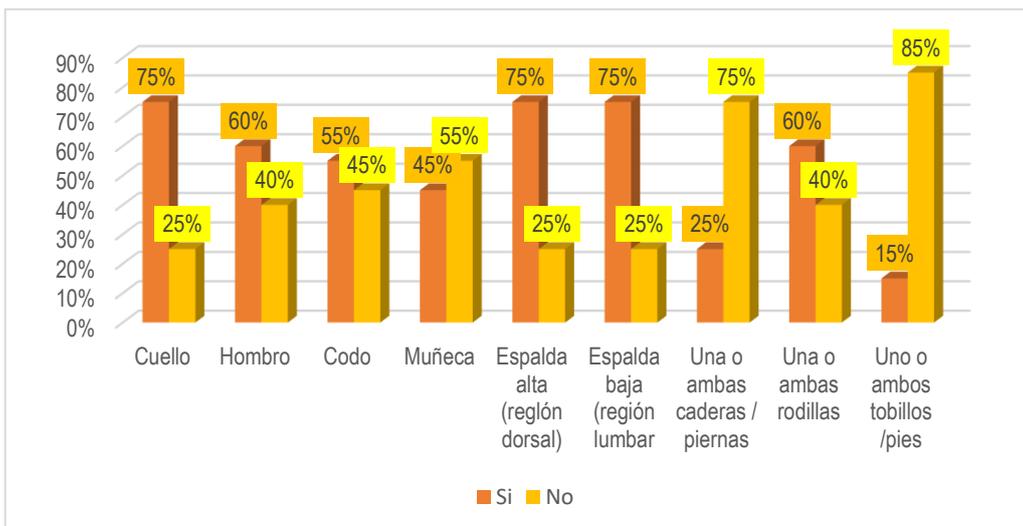
Se aplicó un cuestionario a los doce soldadores explicando cómo se relaciona la aparición de TME y los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores de soldadura, utilizando el Cuestionario Nórdico que agrupa sus preguntas en los síntomas que se encuentran con mayor frecuencia en los colaboradores que están sometidos a exigencias físicas, sobre todo las de origen biomecánico (ver anexo 3).

Se informó a los trabajadores cual es el objetivo de medir su percepción respecto a molestias del aparato músculo esquelético, explicando claramente el significado de cada uno de los ítems y destacando que no hay respuestas correctas o incorrectas.

Tras procesar los cuestionarios utilizando el software SPSS, se obtuvieron los siguientes resultados:

En cuanto a los aspectos sociodemográficos de la población de soldadores de la empresa, motivo de estudio, se observa que el 100 % son de sexo masculino, la media de edad es 44.65 años, el peso medio es 72.7 kilogramos, la talla promedio es 1.67 metros y en cuanto a la experiencia, esta es de 5 años 7 meses. El tiempo promedio de trabajo diario es 8 horas.

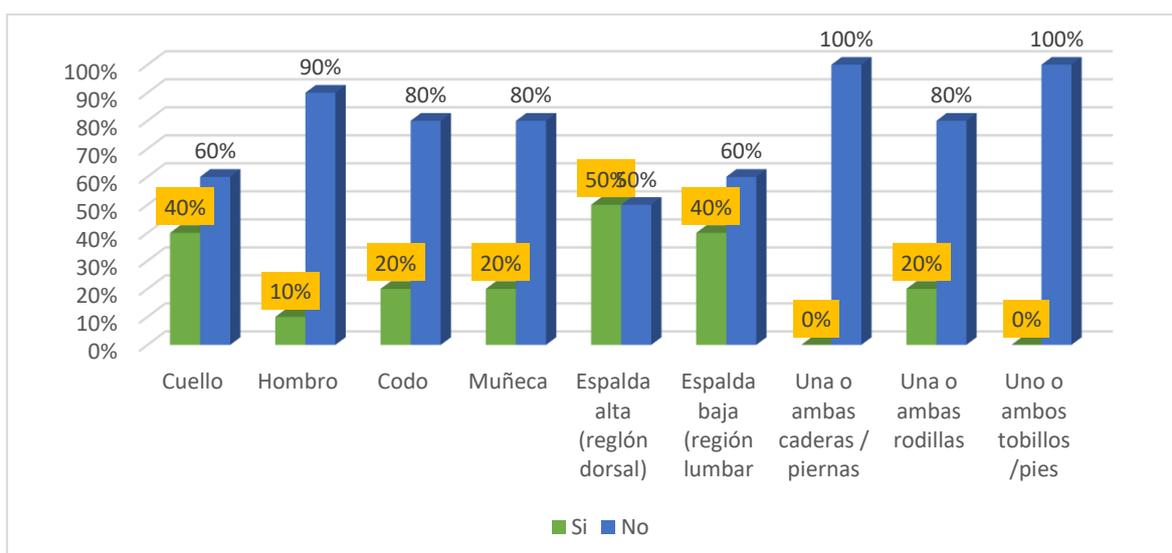
Los resultados del cuestionario dirigido a los problemas del aparato locomotor, evidencian lo siguiente:



**Figura 7.** Resultados de la pregunta ¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort)

Se observa que la gran mayoría de los colaboradores han sufrido dolores, molestias o disconfort en algún momento del último año en casi todas las partes del cuerpo consultadas, destacando cuello y espalda alta y baja, observándose que un 75 % de los colaboradores o 9 de 12, manifiestan dolores o molestias.

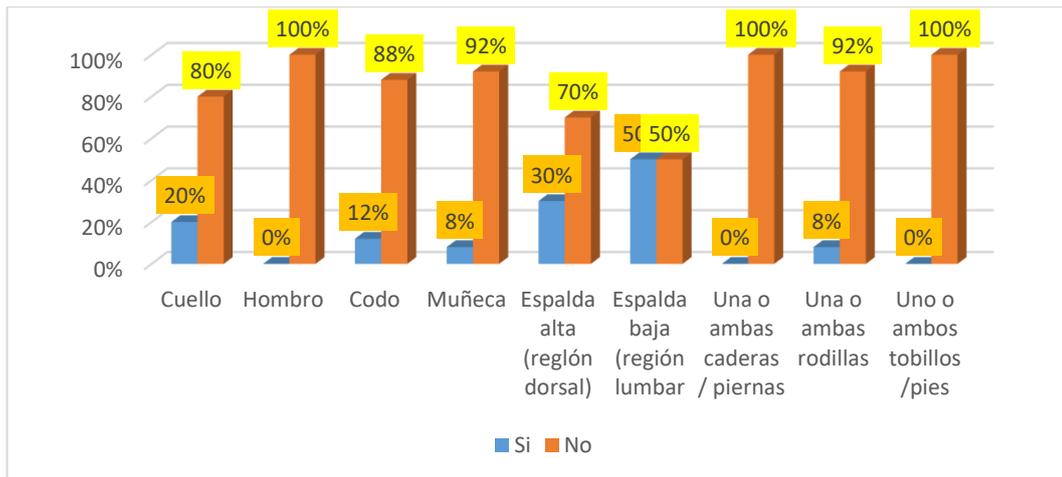
Respecto a los resultados de la pregunta ¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias? se obtuvieron los siguientes resultados:



**Figura 8.** ¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?

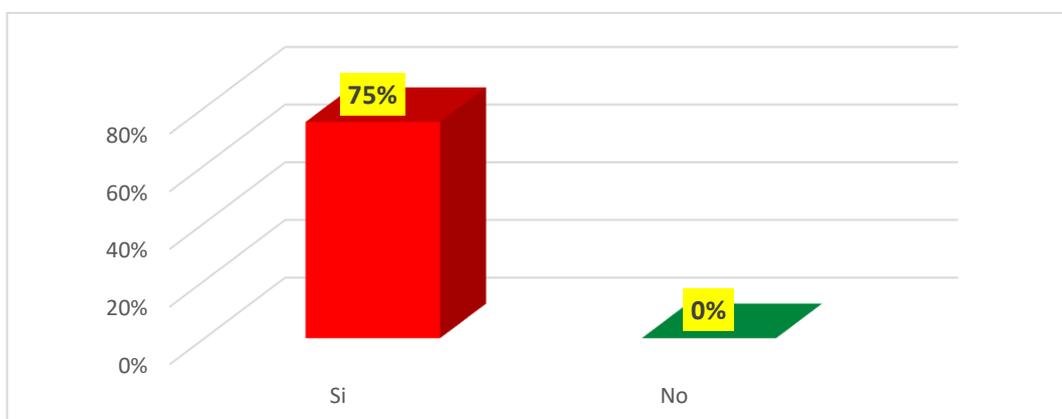
Se observa que un 40 % de colaboradores tuvieron problemas para realizar su trabajo por problemas en el cuello, espalda alta y espalda baja. Es decir, 4 de 12 colaboradores debieron detener su trabajo en alguna parte del año por estar imposibilitados a laborar por dolencias en estas partes del cuerpo.

Respecto a los resultados de la pregunta ¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días? se observa que:



**Figura 9.** ¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?

Se observa que un 50 % de colaboradores tuvieron problemas en la espalda baja. Mientras que un 30 % tuvieron dolencias en la espalda alta y un 20 % en el cuello en cualquier momento de estos últimos 7 días. Esto evidencia la presencia de riesgos disergonómicos que están afectando la salud de los colaboradores. Al observar estos preocupantes resultados, se procedió a la aplicación de los cuestionarios Nórdicos específicos, se seleccionó el que evalúa problemas en la columna lumbar o espalda baja.



**Figura 10.** ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?

En cuanto a los resultados de la columna lumbar o espalda baja, el 75 % de los colaboradores alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort). El 25 % ha sido alguna vez hospitalizado o recibió atención médica de emergencia por dolores en esta zona, es decir, 4 de 12 colaboradores.

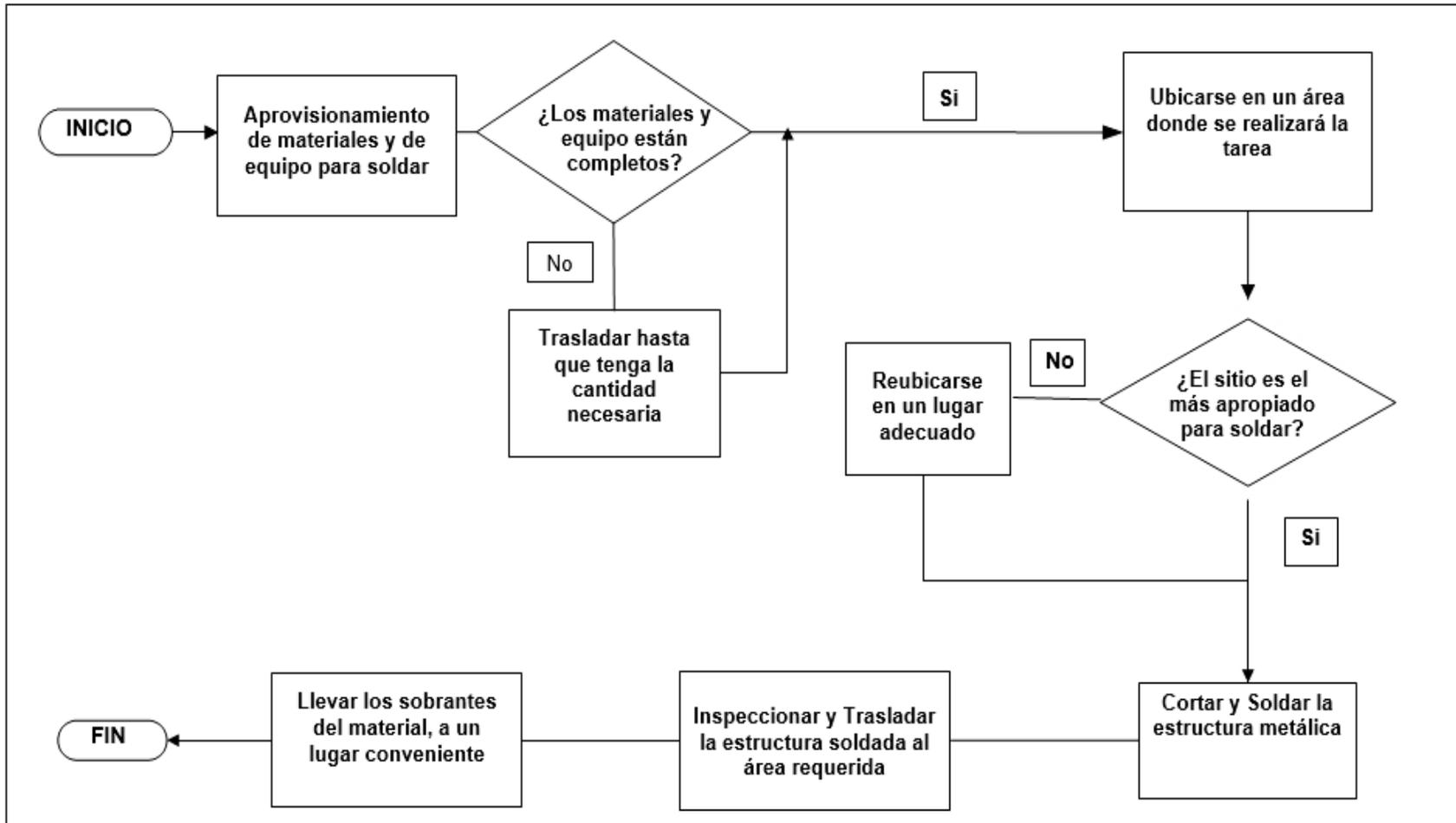
Respecto al tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses, de 8 a 30 días con un 25 % también. Mientras que un 50 % manifiesta que los problemas de la parte inferior de la espalda, le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses en cuanto a sus labores domésticas y su tiempo de ocio, es decir, ha afectado su vida familiar y cotidiana. Respecto al tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses, señalan que las dolencias pudieron durar de 8 a 30 días. Finalmente, el 40 % señala que ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses.

#### **4.1.8 Análisis del puesto**

A continuación, se evidencia el análisis de puesto de soldador.

**a. Diagrama de flujo del proceso**

El diagrama de flujo de proceso se detalla a continuación:



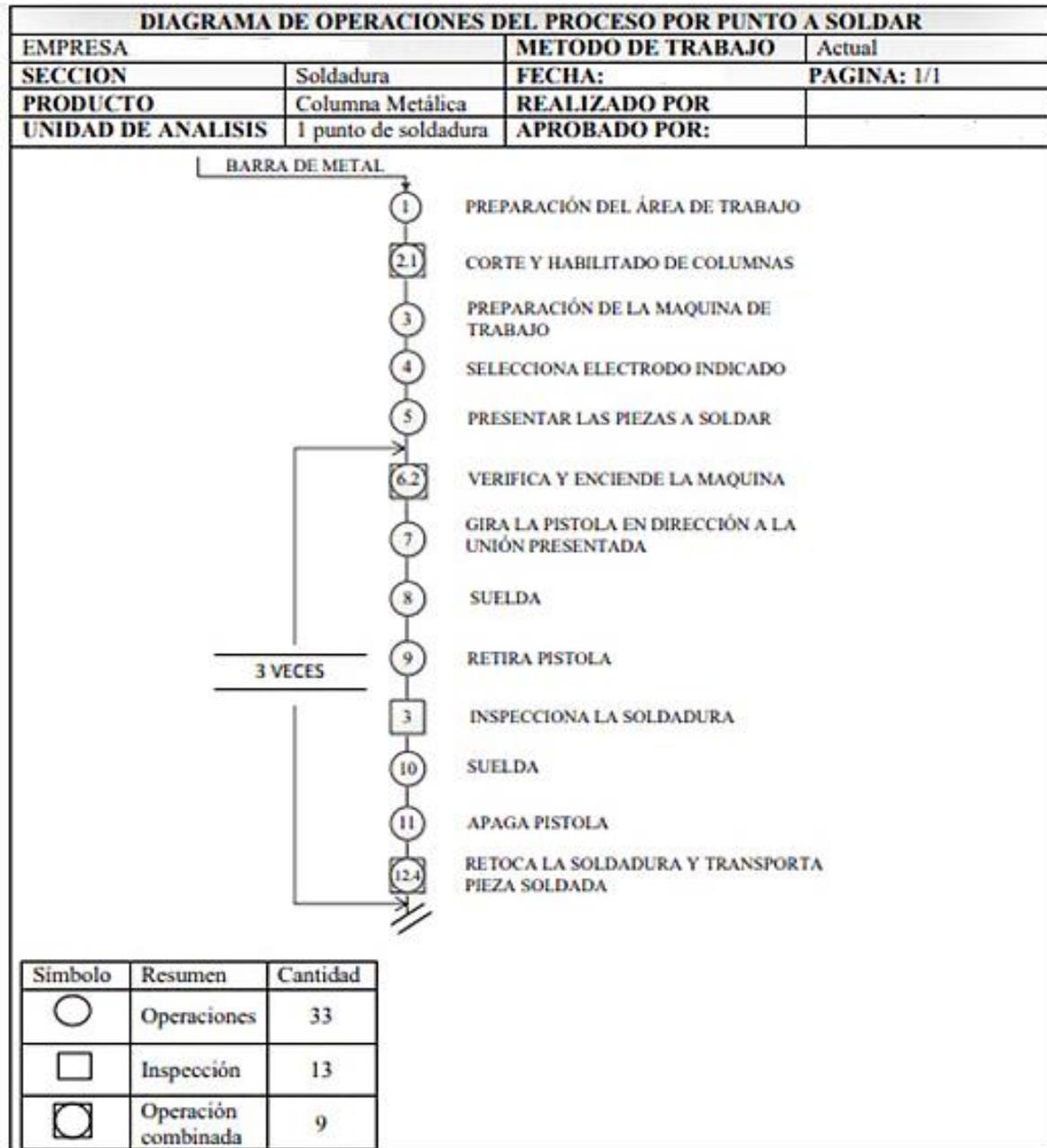
**Figura 11.** Diagrama de flujo del proceso general de soldadura

**b. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)**

El diagrama de operaciones del proceso general de soldadura, se evidencia a continuación en la figura:

**Tabla 7.**

*Diagrama de operaciones del proceso actual*



### **c. Análisis de los riesgos del puesto**

Las operaciones de soldadura presentan varios peligros, tanto para quienes realizan la actividad como para otras personas en las inmediaciones; por lo tanto, es importante que sea consciente de los riesgos y peligros que presenta la soldadura, y que comprenda qué precauciones pueden tomar para protegerse. En el anexo 1 “Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de las actividades de los operarios soldadores” se evidencia este problema.

A continuación, se describen algunos ejemplos de los peligros asociados con la soldadura. Es importante tener en cuenta que esta no es una lista exhaustiva de los peligros de la soldadura.

#### **Exposición a humos y gases**

Realizar actividades de soldadura expone a vapores gaseosos invisibles, incluidos “ozono, óxidos de nitrógeno, óxidos de cromo y níquel y monóxido de carbono, que pueden penetrar fácilmente en sus pulmones. Según el gas o el humo, la concentración y la duración de su exposición, el daño resultante puede ser grave” (Tregaskiss, 2018, p. 36).

No existe un límite mínimo de exposición segura para los humos de soldadura. Todas las organizaciones que lleven a cabo actividades de soldadura, deben asegurarse de que existan controles de ingeniería efectivos y se utilicen correctamente para controlar adecuadamente los humos de soldadura, incluso cuando se suelda al aire libre. Los empleadores también deben proporcionar a los soldadores equipo de protección respiratoria (RPE) adecuado si los controles de ingeniería no son suficientes por sí solos, para controlar toda la exposición a los humos. Más adelante en este artículo se analizará más información sobre los métodos de control (Tregaskiss, 2018).

Las enfermedades causadas por los humos y gases de soldadura incluyen:

- Neumonía. La exposición regular a humos y gases de soldadura, pueden provocar una infección pulmonar que luego podría convertirse en neumonía. Si bien los antibióticos generalmente pueden detener la infección, la neumonía grave puede provocar hospitalización, enfermedades graves y muertes.
- Asma ocupacional. Los óxidos de cromo y los óxidos de níquel producidos por la soldadura de acero inoxidable y aleaciones con alto contenido de níquel, pueden causar asma.
- Cáncer. Todos los humos de soldadura se consideran internacionalmente “cancerígenos”.

- Fiebre de humos metálicos. La soldadura o el trabajo en caliente en metal galvanizado y la alta exposición al humo de soldadura de acero, a menudo pueden provocar síntomas 'similares a los de la gripe', que suelen empeorar al comienzo de la semana laboral. Es posible que haya escuchado que beber leche antes de soldar lo ayudará a evitar desarrollar fiebre por humos metálicos, pero esto es un mito.
- Irritación de garganta y pulmones, incluyendo sequedad de garganta, cosquilleo en la garganta, tos y opresión en el pecho.

### **Incendios y Explosiones**

Los incendios y las explosiones son dos de los principales peligros asociados con la soldadura y otras actividades de trabajo en caliente. Cuando no se gestionan de forma eficaz, pueden producirse graves consecuencias, como lesiones graves o mortales y destrucción de bienes.

### **Descarga eléctrica**

Durante el proceso de soldadura por arco, se utilizan circuitos eléctricos vivos para crear una piscina de metal fundido; por lo tanto, al soldar, corre el riesgo de sufrir una descarga eléctrica. “La descarga eléctrica es el peligro más grave que presenta la soldadura y puede provocar lesiones graves y muertes, ya sea por una descarga directa o por una caída desde la altura después de una descarga. También corre el riesgo de sufrir una descarga eléctrica secundaria si toca parte del circuito de soldadura o del electrodo al mismo tiempo que toca el metal que está soldando” (Tregaskiss 2018, p. 56).

Está particularmente en riesgo si trabaja en condiciones eléctricamente peligrosas. Estos incluyen soldadura:

- En condiciones de humedad.
- Mientras usa ropa mojada.
- Sobre pavimentos o estructuras metálicas.
- En condiciones de hacinamiento donde debe acostarse, arrodillarse o agacharse.
- Mala práctica de soldadura sin gafas.

### **Peligros de ruido**

Al realizar actividades de soldadura, es probable que esté expuesto a ruidos fuertes y prolongados. Se considera que un ruido fuerte supera los 85 dB(A), y las actividades de

soldadura, como el corte con llama y el ranurado con arco de aire, pueden producir niveles de ruido superiores a los 100 dB(A). Esto puede ser muy dañino para los oídos y puede provocar problemas de audición (Tregaskiss 2018).

La exposición regular o inmediata a ruidos fuertes, pueden causar una pérdida auditiva permanente inducida por el ruido.

La pérdida de audición inducida por ruido puede tener los siguientes efectos secundarios:

- Zumbido en los oídos, conocido como tinnitus.
- Mareos ocasionales, conocidos como vértigo.
- Aumento de la frecuencia cardíaca.
- Aumento de la presión arterial.
- Exposición a la radiación UV e IR.

Mirar la intensa floración de la luz ultravioleta que se produce al soldar sin el equipo de protección personal adecuado o las cortinas de soldadura, puede provocar una afección dolorosa y, a veces, duradera llamada ojo de arco. Muchos factores pueden afectar la gravedad de una lesión por quemadura repentina, como la distancia, la duración y el ángulo de penetración. La exposición a largo plazo a los arcos eléctricos también podría provocar cataratas y provocar la pérdida de la visión (Tregaskiss 2018).

**Otras formas de daño ocular incluyen:**

- Cuerpos extraños que ingresan al ojo, incluyendo arena, chispas y polvo.
- Partículas de vapores y gases, que podrían provocar conjuntivitis.
- Soldadura con equipo de protección personal seguro.
- Quemaduras.

La combinación de arcos de soldadura de alta temperatura, rayos UV y metal fundido es susceptible de sufrir quemaduras graves al soldar. Estas quemaduras pueden afectar la piel o los ojos y pueden ser muy graves. También pueden ocurrir muy rápidamente (Tregaskiss 2018).

**Trastornos musculoesqueléticos relacionados con la soldadura**

Pueden producirse lesiones que van desde leves y breves hasta graves y crónicas cuando las demandas de una tarea no se alinean naturalmente con las capacidades del operador de soldadura. La mayoría de los trastornos musculoesqueléticos, se desarrollan cuando ocurren micro traumas repetitivos en el cuerpo con el tiempo.

Los trastornos musculoesqueléticos incluyen distensiones o esguinces, que pueden provocar dolor, disminución de la productividad, discapacidad, tratamiento médico, estrés financiero e incluso un cambio en la calidad de vida de las personas afectadas. Los síntomas más comunes entre los operadores de soldadura son dolor en el hombro, pérdida del rango de movimiento y reducción de la fuerza muscular. Las lesiones más comunes para los operadores de soldadura incluyen lesiones en la espalda y los hombros, lesiones en las muñecas (como la tendinitis) y diversos trastornos de las articulaciones de las rodillas.

Hoy en día los trastornos musculoesqueléticos, son el trastorno de más rápido crecimiento en la fuerza laboral antes de que las operaciones de soldadura fueran tan conscientes de ellas como lo son hoy. Como resultado, existe la posibilidad de un aumento en los costos de las reclamaciones en los próximos 10 años a medida que los operadores de soldadura busquen tratamiento (Tregaskiss 2018).

Hay tres factores de riesgo primarios que aumentan la probabilidad de desarrollar lesiones de trastornos musculoesqueléticos:

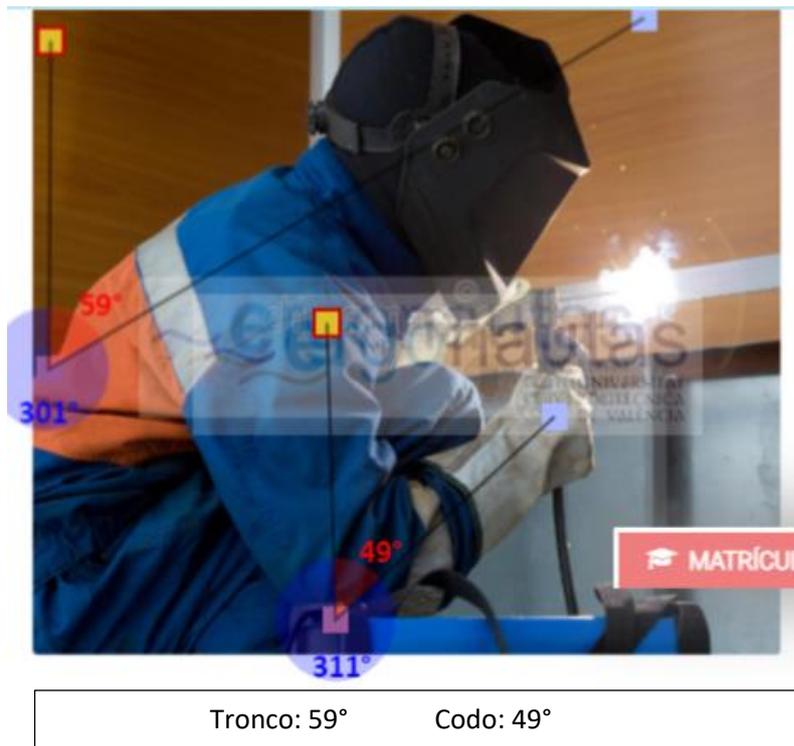
- a) Tareas muy repetitivas que mantienen al operador en una postura estática durante demasiado tiempo o usan el mismo movimiento una y otra vez, como apretar el gatillo de una pistola MIG.
- b) Tareas que requieren que un operador aplique una fuerza o presión significativa, como empujar, jalar o levantar objetos pesados.
- c) Posturas malas o incómodas, como muñecas dobladas o cuello inclinado hacia atrás (Tregaskiss 2018).

Además, las condiciones ambientales, como las temperaturas extremas, también pueden contribuir al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. Los factores de riesgo personales que aumentan la probabilidad de sufrir trastornos musculoesqueléticos incluyen el acondicionamiento físico, los problemas de salud preexistentes, el género, la edad, las técnicas de trabajo y los pasatiempos estresantes.

Algunas posturas de soldadura comunes que se consideran incómodas y estresantes incluyen arrodillarse, ponerse en cuclillas, torcer el torso, apoyarse en una superficie dura, mantener los brazos alejados del cuerpo o por encima de la altura de los hombros durante largos períodos de tiempo, encorvarse o agacharse, y también mirar hacia arriba por largo tiempo. En general, las mejores posturas son aquellas que son lo más neutrales posible, una posición natural en la que el cuerpo descansaría si no estuviera haciendo nada (Kadefors 2011).

#### 4.1.9 Análisis ergonómico de las actividades

La medición de los ángulos en las actividades de los soldadores se realizó utilizando el software RULER - Medición de ángulos sobre fotografías (ergonautas, 2022), perteneciente a la Universitat Politècnica de Valencia. Herramienta para medir ángulos entre diferentes miembros del cuerpo sobre fotografías. Para la presente investigación se consideraron las posturas más extremas observadas durante el levantamiento de datos a cada uno de los colaboradores.



**Figura 12.** Operario 1 en corte para ajustes de instalación.

**Nota:** Tomado de ergonautas.com



Tronco: 34°

Codo: 69°

**Figura 13.** Operario 2 en corte para ajustes de instalación.  
**Nota:** Tomado de ergonautas.com



Tronco: 50°

Piernas: 43°

**Figura 14.** Operario 3 en corte para ajustes de instalación.  
**Nota:** Tomado de ergonautas.com



Tronco: 79°      Codo: 81°

**Figura 15.** Operario 4 en corte para ajustes de instalación.  
**Nota:** Tomado de ergonautas.com



Tronco: 42°      Rodilla: 25°

**Figura 16.** Operario 5 en corte para ajustes de instalación.  
**Nota:** Tomado de ergonautas.com

#### 4.1.9.1 Análisis con software global ergonómico

Se utilizó el software E-Lest en su versión 1.1., utilizado exclusivamente con fines académicos, basado en el método LEST que es de carácter global y analiza diferentes factores de riesgo de manera general. No se profundiza en cada uno de esos factores de riesgo. Si se detectan riesgos, se requiere un análisis más profundo con métodos específicos.

Aunque LEST valore diferentes factores de riesgo, no obtiene una valoración global del riesgo en el puesto, sino una valoración independiente para cada factor de riesgo. La versión del método implementada en el software de Ergonautas, es una simplificación que considera 14 de las 16 variables, permitiendo así eliminar algunos de los datos solicitados en la guía de observación de difícil obtención (Ergonautas 2020).

A continuación, se evidencia la evaluación global del puesto de trabajo de soldador realizada con el software ELest:

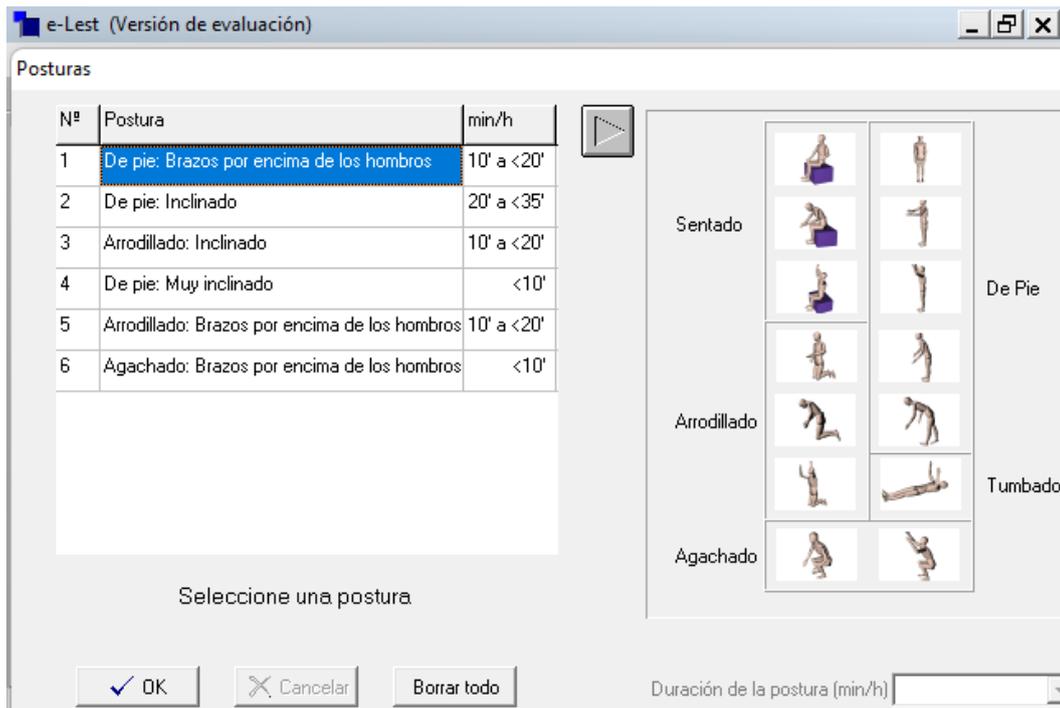
##### a) Evaluación de la carga física

The screenshot displays the e-Lest software interface. The main window contains the 'e-LEST' logo and instructions: 'Complete los diferentes campos de cada dimensión. Los resultados irán apareciendo en el Árbol de Resultados.' The interface is divided into several sections:

- Navigation Menu:** Carga Física (selected), Entorno Físico, Carga Mental, Aspectos Psicosociales (I), Aspectos Psicosociales (II), Tíe.
- ÁRBOL DE RESULTADOS (Right Panel):**
  - ✓ CARGA FÍSICA (CF=16.5)
    - Carga Estática (e=29)
    - [-] Carga Dinámica (f=4)
      - f1=4
      - f1'=0
  - ✓ ENT. FÍSICO (EF=2.25)
  - ✓ CARGA MENTAL (CM=2.72)
  - ✓ ASP. PSICOSO. (AP=3.42)
  - ✓ TIEMP. DE TRAB. (TT=6.5)
- CARGA DINÁMICA (Main Panel):**
  - Esfuerzo realizado en el puesto de trabajo:**
    - Esfuerzos:  Continuos,  Breves pero repetidos
    - Duración total del esfuerzo: [dropdown]
    - Frecuencia por hora: <30
    - Peso en kg. (E): 5 a <8
  - Esfuerzo de aprovisionamiento:**
    - Distancia: <1 m
    - F (veces/hora): 10 a <30
    - Peso: 1 a <2 kg
- CARGA ESTÁTICA (Bottom Left):**
  - Número de posturas: 6

At the bottom, the logo of the 'Departamento de Proyectos de Ingeniería, Innovación, Desarrollo y Diseño Industrial. U.P.V.' is visible.

Figura 17. Evaluación de la carga física dinámica.



**Figura 18.** Evaluación de la carga física estática

Las posturas realizadas en la evaluación de la carga estática fueron breves pero repetitivas a lo largo de la jornada laboral, lo que origina un escenario nocivo para el colaborador soldador, evidenciándose de la evaluación global la necesidad un análisis ergonómico específico que evalúe las posturas de trabajo.

Respecto a la evaluación de la carga dinámica se evidencia la generación de fatigas intermedias a los colaboradores soldadores, existiendo un riesgo medio de fatiga al manipular cargas de peso que fluctúan entre 5 y 8 kg. (como herramientas de amolado, paquetes de electrodos, elementos a soldar, etc.), por frecuencias de aprovisionamiento entre 10 a 30 veces, considerando el desgaste de un electrodo y el consumo promedio por hora entre 10 a 14 dependiendo del tipo de soldadura que se está realizando (por ejemplo acordonando una unión, actividad que termina consumiendo de 3 a 4 kg. de soldadura, aproximadamente 200 electrodos). La distancia recorrida para aprovisionar es inferior a 1 m., si bien este aspecto de carga dinámica aún no se convierte en un riesgo grave, podría hacerlo con el transcurrir del tiempo, convirtiéndose en un peligro latente.

## b) Evaluación del entorno físico

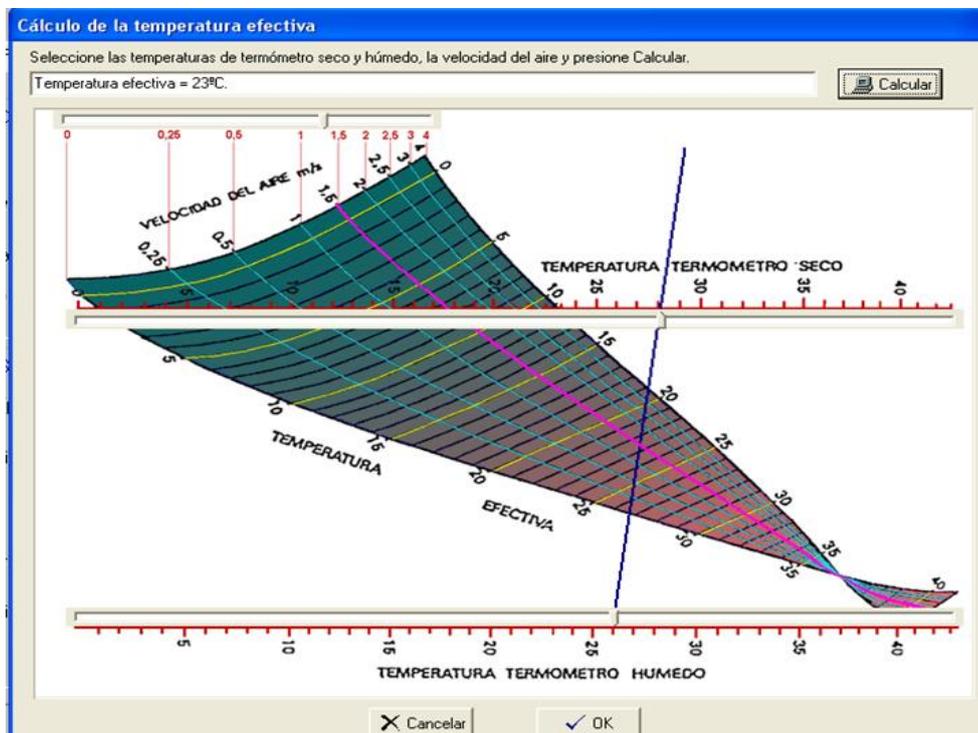
The screenshot shows the 'e-Lest (Versión de evaluación)' software interface. The 'Entorno Físico' tab is active, displaying settings for thermal, luminous, noise, and vibration environments. The 'ÁRBOL DE RESULTADOS' (Results Tree) on the right shows the following values:

- CARGA FÍSICA (CF=16.5)
- ENT FÍSICO (EF=2.25)
  - Amb.Térmico (a=0)
    - a1=0
    - a2=0
  - Ruido (b=4)
    - b1=0
    - b2=4
  - Amb.Luminoso (c=5)
    - c1=0
    - c2=0
    - c3=5
    - c4=0
  - Vibraciones (d=0)
- CARGA MENTAL (CM=2.72)
- ASP. PSICOSO. (AP=3.42)
- TIEMP.DE TRAB. (TT=6.5)

The settings for the physical environment are as follows:

- AMBIENTE TÉRMICO:** Carga física: Muy dura (10); Duración exposición/día: < 30'; Temperatura efectiva: 22° a < 25°; Variaciones de temperatura en la jornada: 25 o menos.
- AMBIENTE LUMINOSO:** Nivel de iluminación (puesto): 200 a < 350 lux; Nivel general de iluminación: 320 lux; Contraste: Elevado; Nivel de percepción requerida: Bastante fino; Trabajo con luz artificial: No permanente; Deslumbramiento: Sí.
- RUIDO:** Nivel sonoro: variable a lo largo de la jornada; Nivel de intensidad: [empty]; Nivel de atención: Importante; Número de niveles sonoros difere: 2; Nivel de intensidad sonora equivalente: dB; Ruidos impulsivos: 15 o más al día.
- VIBRACIONES:** Duración diaria de exposición: < 2 h; Carácter: Poco molestas.

**Figura 19.** Resultados del Entorno físico: Ambiente térmico, lumínico, ruido y vibraciones.

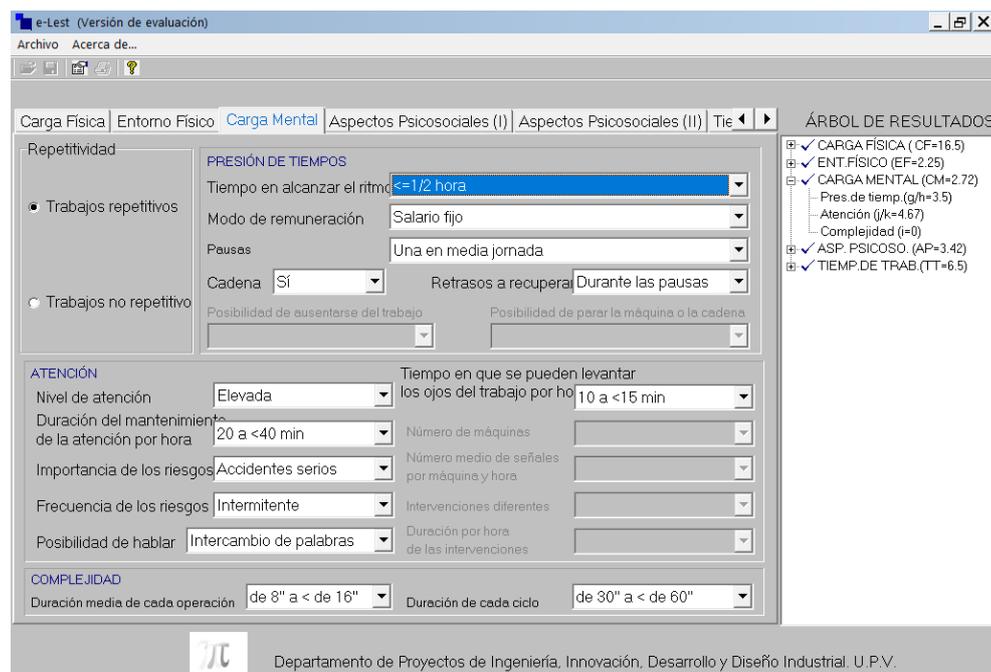


**Figura 20.** Cálculo de temperatura efectiva.  
**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest

Respecto a la evaluación del ambiente térmico, existe el riesgo permanente de generar molestias intermedias y fatiga térmica, ya que en ocasiones las actividades laborales se realizan al aire libre, quedando el colaborador expuesto a los rayos del sol; sin embargo, la mayoría de ocasiones laboran bajo techo.

Por otro lado, el nivel de sonoridad se mantiene constante la mayor parte del tiempo manteniéndose entre límites de 78 a 90 dB, pese a ello, el soldador queda expuesto al surgimiento de ruido impulsivo cuando se producen procesos de esmerilado o golpes entre metales que generan cargas sonoras superiores a los 100 db. Sin embargo, se constató que los colaboradores soldadores usan sus EPPs representados por tapones mientras realizan sus actividades de soldadura, en ocasiones se los retiran exponiéndose a los ruidos antes mencionados y originados por otros colaboradores.

Respecto al ambiente lumínico y las vibraciones, no generan mayores molestias al colaborador.



**Figura 21.** Resultados de la carga mental.  
**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest

Al analizar los resultados de la carga mental, se evidencia que la parte relacionada con la presión de tiempos es adecuada, ya que el trabajador cuenta con su pausa de descanso a media jornada, además de un salario fijo y rapidez para alcanzar el ritmo óptimo de trabajo.

Lo contrario sucede con el nivel de atención requerido al realizarse el proceso de trabajo, siendo este elevado considerando que el soldador debe estar muy concentrado en su trabajo y de no estarlo puede causar un serio accidente. Este aspecto genera estrés en el colaborador, siendo recomendable proponer algunas mejoras para mejorar el bienestar mental del soldador. En cuanto a la complejidad del trabajo, realizado este se mantiene dentro de rangos adecuados.

The screenshot shows the 'e-Lest (Versión de evaluación)' software interface. The main window is titled 'Aspectos Psicosociales (I)'. The interface is divided into several sections:

- INICIATIVA:**
  - Posibilidad de modificar el orden de las operaciones: Sí
  - Posibilidad de controlar el ritmo de trabajo: Posibilidad de adelantarse
  - Posibilidad de adelantarse: 7 a <10 min/hora
  - Control de las piezas por el trabajador: Sí
  - Retoque de las piezas por el trabajador: Sí
  - Definición de la norma de calidad: Muy estricta, definida por servicio espe...
  - Influencia positiva del trabajador en el producto: Débil
  - Posibilidad de error: Posibles, pero sin repercusión
  - Intervención en caso de accidente: Incidente menor: Otro
  - Regulación de la máquina: Trabajador
- COMUNICACIONES CON LOS DEMÁS TRABAJADORES:**
  - Número de personas en un radio de 6 metros: 3 a 9
  - Posibilidad de ausentarse: No
  - Norma relativa al derecho de hablar: Tolerancia de algunas palabras
  - Posibilidad técnica de hablar: Posibilidad de hablar un poco
  - Necesidad de intercambio verbal: Intercambios poco frecuentes
  - Expresión obrera organizada: Un delegado poco activo o represent...

On the right side, there is a 'ÁRBOL DE RESULTADOS' (Results Tree) showing the following structure:

- ✓ CARGA FÍSICA (CF=16.5)
  - ✓ ENT.FÍSICO (EF=2.25)
  - ✓ CARGA MENTAL (CM=2.72)
  - ✓ ASP. PSICOSO. (AP=3.42)
    - Iniciativa (m=2.17)
    - Comunicación (p=2.5)
    - Relación mando (q=6)
    - Status social (n=3)
  - ✓ TIEMP.DE TRAB.(TT=6.5)

**Figura 22.** Resultados de los aspectos psicosociales (I).  
**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest.

The screenshot shows the 'e-Lest (Versión de evaluación)' software interface. The main window is titled 'Aspectos Psicosociales (II)'. The interface is divided into several sections:

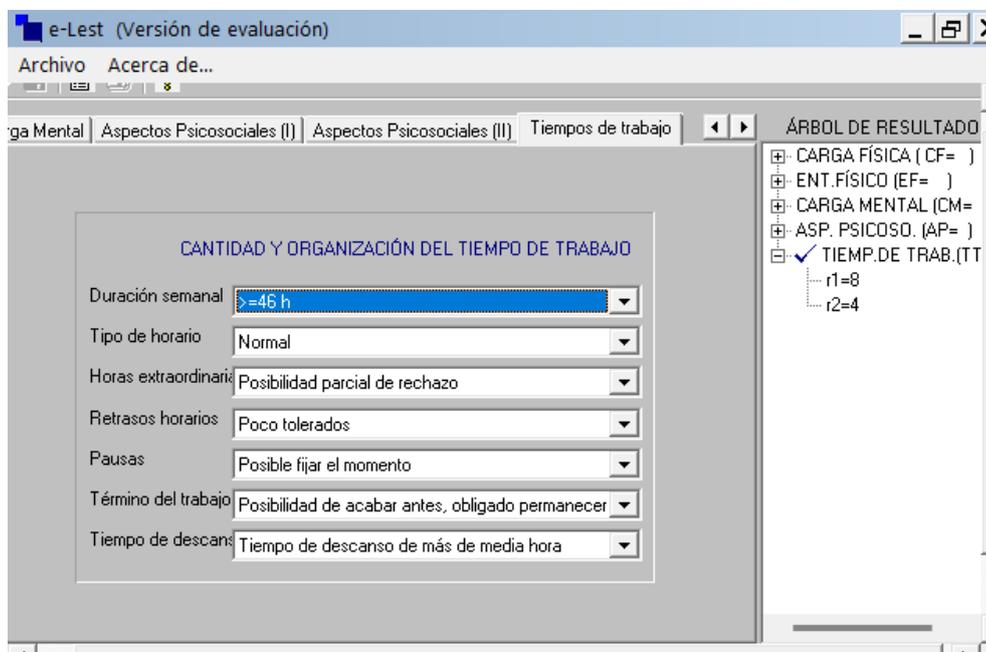
- RELACIÓN CON EL MANDO:**
  - Frecuencia de consignas en el curso de la jornada: Consignas al comienzo y a petición del tr...
  - Amplitud de encuadramiento en primera línea: <10
  - Intensidad del control jerárquico: Alejamiento mediano o grande
  - Dependencia de puestos de categoría superior (no jerárquico...): Dependencia de un solo puesto
- STATUS SOCIAL:**
  - Duración del aprendizaje en el puesto: 2 a 6 días
  - Formación general requerida: Formación Profesional a Bachillerato

On the right side, there is a 'ÁRBOL DE RESULTADOS' (Results Tree) showing the following structure:

- ✓ CARGA FÍSICA (CF=16.5)
  - ✓ ENT.FÍSICO (EF=2.25)
  - ✓ CARGA MENTAL (CM=2.72)
  - ✓ ASP. PSICOSO. (AP=3.42)
    - Iniciativa (m=2.17)
    - Comunicación (p=2.5)
    - Relación mando (q=6)
    - Status social (n=3)
  - ✓ TIEMP.DE TRAB.(TT=6.5)

**Figura 23.** Resultados de los aspectos psicosociales (II).  
**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest.

Respecto a los aspectos psicosociales, puede observarse la existencia de una situación favorable, sin encontrar ningún resultado como perjudicial para el colaborador soldador.

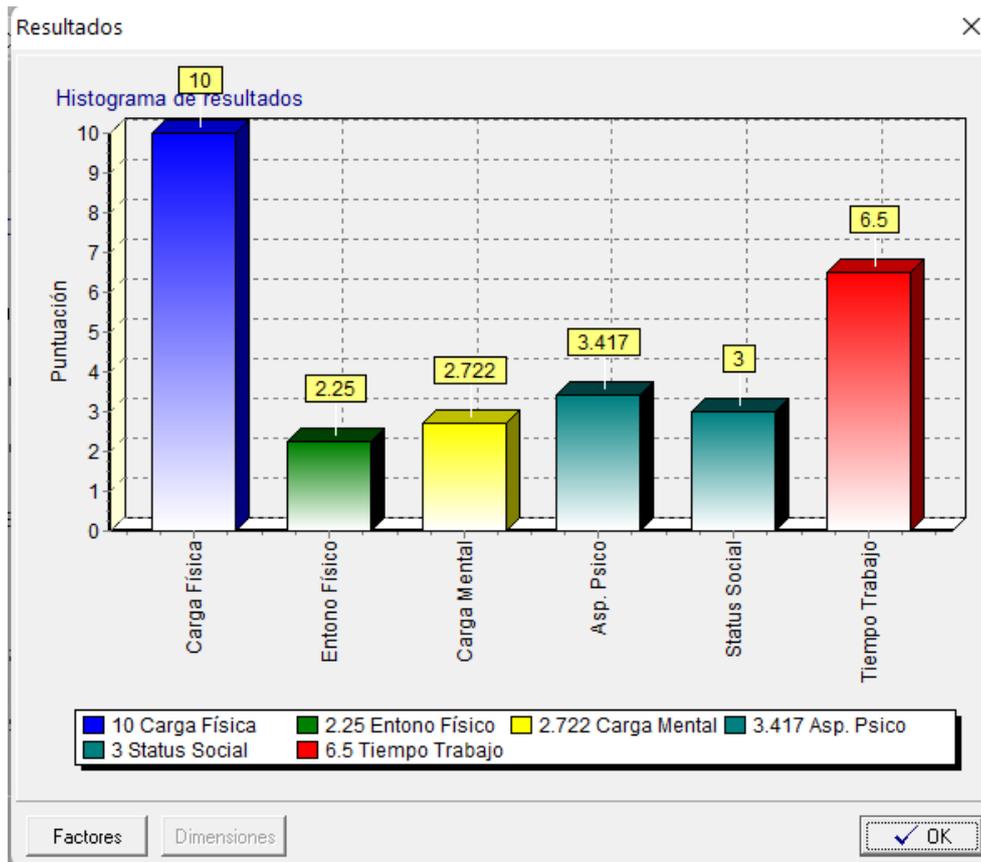


**Figura 24.** Resultados de los tiempos de trabajo.  
**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest.

En cuanto a los tiempos de trabajo, los soldadores laboran 8 horas diarias de lunes a sábado, siendo 4.8 horas dedicadas exclusivamente a la tarea de soldar, pese a no contar con una supervisión estricta y permanente, los soldadores deben cumplir con el cronograma de trabajo por lo que generalmente trabajan la mayor cantidad de tiempo posible. Si concluyen la tarea programada y su respectiva carga laboral antes de acabar la jornada, deberán quedarse en las instalaciones coordinando o realizando otras actividades.

#### 4.1.9.2 Resultados generales de la aplicación E-Lest

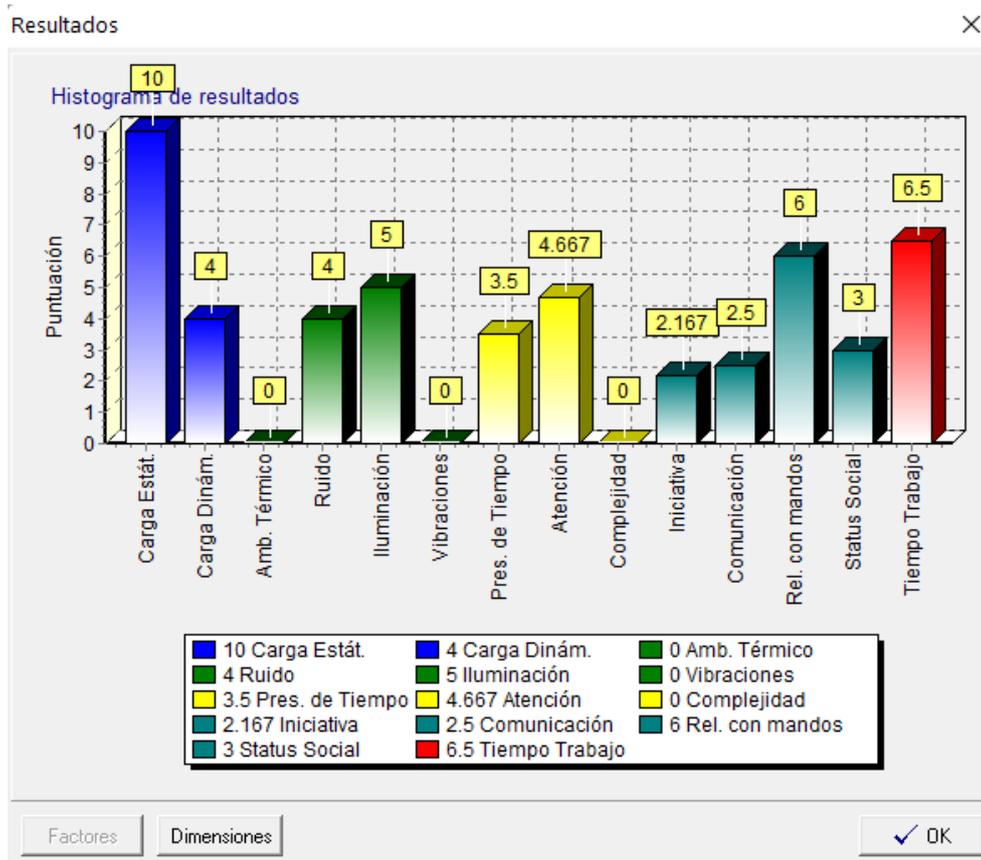
Tras aplicar cada una de las pestañas del software E-Lest, los resultados generados en cada dimensión de riesgo son los siguientes:



**Figura 25.** Resultados por dimensiones.

**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest.

Al analizar los resultados por factores generados por el E-Lest, se evidencia una situación nociva respecto a la carga física. En cuanto al tiempo de trabajo, este genera molestias medias y el resto de factores evidencian leves molestias del trabajador, sugiriendo la generación de leves mejoras que podrían aportar mayor comodidad al colaborador.



**Figura 26.** Resultados por factores.  
**Nota:** Tomada de resultados del software E-Lest.

Al analizar los resultados por factores generados por el E-Lest, se evidencia una situación extremadamente nociva respecto a la carga estática. La relación con los mandos evidencia molestias medias con riesgo de fatiga, lo que repercute en los tiempos de trabajo. En cuanto al ruido y la iluminación, la atención y la carga dinámica evidencian leves molestias del trabajador, sugiriendo la generación de leves mejoras que podrían aportar mayor comodidad al colaborador.

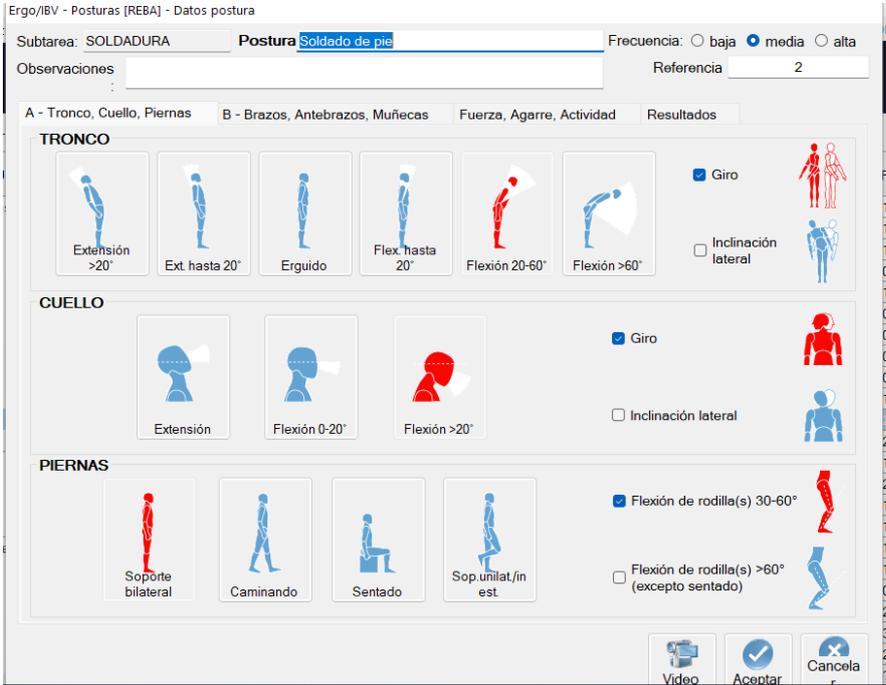
#### 4.1.9.3 Análisis con software específico ergonómico

Será necesario aplicar un software específico para evaluar y mejorar los factores con puntuación nociva y molestias altas al puesto de soldador.

- Para evaluar de manera específica la carga física estática causante de la generación de trastornos musculoesqueléticos a los colaboradores, se seleccionará un software específico.
- Respecto al resto de factores se pondrán mejoras.

Para evaluar las posturas específicas se utilizará el software Ergo-IBV y sus paquetes REBA y OWAS.

Para la evaluación con el método REBA se consideró la postura de pie inclinado al ser la que realizan con mayor frecuencia los soldadores (20 a 35 minutos). A continuación, se evidencian los resultados de la aplicación del REBA a las posturas de trabajo mostradas por los soldadores:

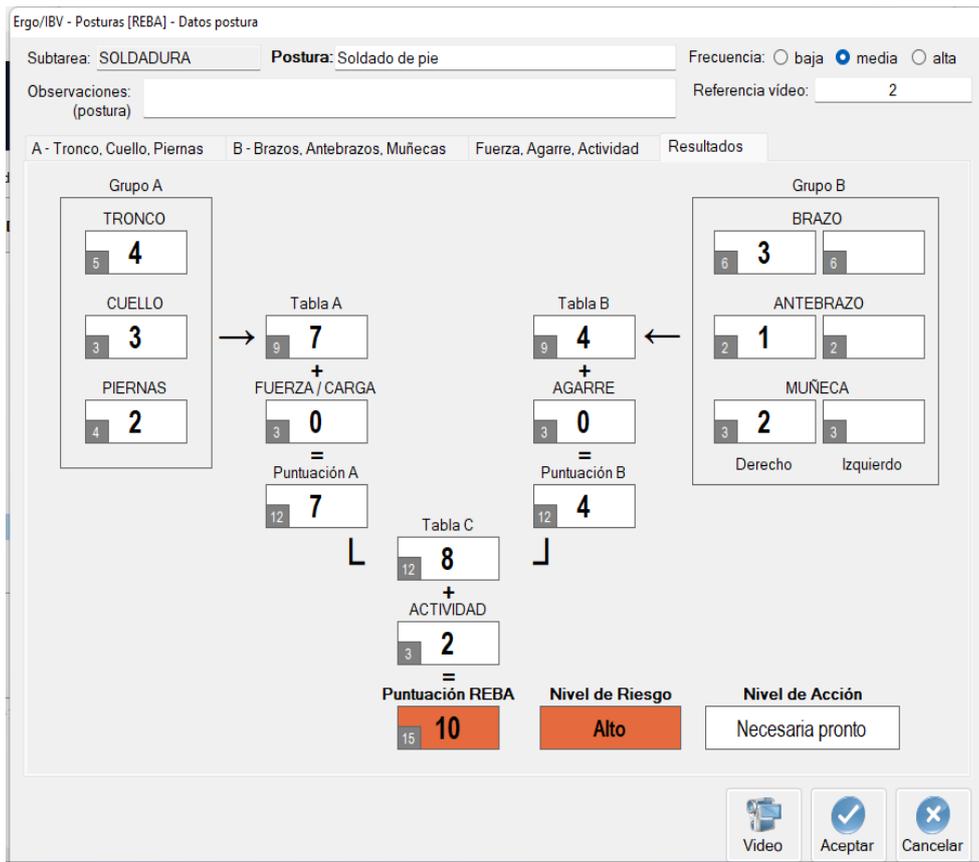


The screenshot shows the Ergo-IBV software interface for REBA evaluation. The task is 'SOLDADURA' (Welding) and the posture is 'Soldado de pie' (Standing welder). The frequency is set to 'media' (medium) and the reference value is 2. The interface is divided into three main sections: A - Tronco, Cuello, Piernas; B - Brazos, Antebrazos, Muñecas; and Fuerza, Agarre, Actividad. The 'Tronco' section shows icons for 'Extensión >20°', 'Ext. hasta 20°', 'Erguido', 'Flex. hasta 20°', 'Flexión 20-60°', and 'Flexión >60°'. The 'Cuello' section shows icons for 'Extensión', 'Flexión 0-20°', and 'Flexión >20°'. The 'Piernas' section shows icons for 'Soporte bilateral', 'Caminando', 'Sentado', and 'Sop.unilat./in est.'. Checkboxes for 'Giro', 'Inclinación lateral', 'Flexión de rodilla(s) 30-60°', and 'Flexión de rodilla(s) >60° (excepto sentado)' are visible. The interface also includes 'Video', 'Aceptar', and 'Cancela' buttons.

**Figura 27.** Resultados del REBA.

**Nota:** Tomada de resultados del software Ergocheck.

REBA ha sido desarrollado para satisfacer una necesidad percibida de una herramienta de campo para profesionales, diseñada específicamente para ser sensible al tipo de posturas de trabajo impredecibles que se encuentran en la industria. (Hignett y McAtamney 2000).



**Figura 28.** Resultado final del REBA.  
**Nota:** Tomada de resultados del software ErgoIBV.

Tras la aplicación del software ergonómico específico REBA, queda evidenciado el nivel de riesgo alto de los soldadores respecto a las posturas que toman en sus actividades diarias, evidenciando un riesgo alto y un nivel de acción inmediato.

Para corroborar dicho resultado, se aplica también el software específico OWAS. Este método Valora de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. Se basa en una clasificación sistemática de las posturas de trabajo y una observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares (Wang, Chen y Chiou 2019).

Para la presente investigación se consideró la postura de arrodillado, brazo por encima de los hombros, al ser la postura con mayor grado de desgaste y de peligro presente y visualizada en los soldadores motivo de estudio con una frecuencia de tiempo considerable.



Ergo/IBV - Posturas [OWAS] - Datos

**ESPALDA**

Recta

Inclinada

Girada

Inclinada y girada

**PIERNAS**

Sentado

De pie, las dos piernas rectas

De pie, peso en una pierna recta

De pie, las dos piernas flex.

De pie, peso en una pierna flex.

Apoyado, una o dos piernas

Caminando

**FUERZA**

<= 10 kg

10-20 kg

> 20 kg

**BRAZOS**

Ambos debajo del hombro

Uno por encima del hombro

Ambos encima del hombro

**SUBTAREA**  
SOLDADO DE PIEZA ALTA

Postura 1 de 1

**CÓDIGO 2361**

Video   
 Aceptar   
 Cancelar



**Figura 29.** Resultados del OWAS.

**Nota:** Tomada de resultados del software ErgoIBV.

Ergo/IBV - Posturas [OWAS]

Tarea: SOLDADOR  
 Empresa: X      Fecha: 26/08/2022  
 Observación:

Intervalo de 12 segundos.

Subtarea	POSTURAS									
	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		TOTAL	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
<input checked="" type="checkbox"/> SOLDADO DE PIEZA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	100.00	1	100.00
<input type="checkbox"/> SOLDADO DE TUBERIA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<b>TOTAL</b>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	100.00	1	100.00

**Nivel 1    Nivel 2    Nivel 3    Nivel 4**

Firma   
 Foto   
 Video   
 Datos   
 Informe   
 Aceptar   
 Cancelar

**Figura 30.** Resultado final del OWAS.

**Nota:** Tomada de resultados del software ErgoIBV

Tras la aplicación del software ergonómico específico OWAS, se corrobora el nivel de riesgo alto de los soldadores, haciéndose necesaria y urgente la propuesta de una mejora ergonómica para el puesto de trabajo de soldador.

Es importante recordar que estos softwares específicos, evalúan diferentes zonas del cuerpo que evidencian aspectos riesgosos en las posturas del colaborador soldador, combinando las posturas más extremas de diversas partes del cuerpo para hallar un valor promedio final que indicará el nivel de riesgo.

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO DE MEJORAS PROPUESTAS**

De acuerdo con el diagnóstico realizado el capítulo anterior, se requiere del uso de principios ergonómicos para mejorar el lugar de trabajo y el proceso de trabajo del trabajador soldador.

La ergonomía se refiere a las interacciones entre los trabajadores y otros elementos en el ambiente de trabajo que incluye componentes físicos, organizacionales y cognitivos. Las intervenciones ergonómicas físicas incluyen mejorar el equipo y el entorno del lugar de trabajo. El objetivo de estos métodos es reducir la tensión física del sistema musculoesquelético, reduciendo así el riesgo de lesiones. Mientras tanto, las intervenciones ergonómicas organizacionales, consisten en permitir un lugar de trabajo y un tiempo de descanso óptimo para que el sistema musculoesquelético se recupere de la fatiga, reduciendo así el riesgo de lesiones a largo plazo. Las intervenciones ergonómicas cognitivas consisten en mejorar los procesos mentales como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motora mediante la modificación de los procesos de trabajo y el entrenamiento. El objetivo de estos métodos es reducir la carga de trabajo mental, aumentar la fiabilidad y reducir los errores, lo que puede tener un efecto indirecto en la reducción de la tensión en el sistema musculoesquelético (Hoe et al. 2018).

Por ello, teniendo definido el concepto de intervención ergonómica y de acuerdo con el análisis ergonómico realizado, se ha determinado que la medida urgente a tomar, debe modificar las posturas que realizan los soldadores al momento de realizar su trabajo.

Por ello se plantea como objetivo de la intervención ergonómica: Proponer medidas que prevengan los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura en estructuras metálicas.

A continuación, se procede a detallar cada una de las propuestas sugeridas:

## 5.1 POSTURAS

El Webster's New World Medical Dictionary define la postura neutral como la postura que se logra "cuando las articulaciones no están dobladas y la columna está alineada y no torcida. La postura neutral ha dado lugar a la idea de lograr una postura ideal" (p. 12). La postura ideal indica una postura adecuada alineación de los segmentos del cuerpo, de manera que se requiera la menor cantidad de energía para mantener la posición deseada. La mala postura es la postura que origina que ciertos músculos se tensan o acortan, mientras que otros se alargan y debilitan, lo que a menudo ocurre como resultado de las actividades diarias. Puede provocar dolor, lesiones u otros problemas de salud.

Tras la realización de los análisis ergonómicos y de acuerdo con la situación crítica de las posturas, es recomendable lograr que las posturas forzadas de las extremidades superiores e inferiores que originan trastornos musculoesqueléticos a los trabajadores; deben tener los siguientes cambios:

- Respecto a la postura del brazo; el hombro debería tener un ángulo de 20° de estar flexionado y extendido.
- Respecto a la muñeca, esta debe tener una postura neutral sin superar los 15° al estar flexionada o extendida. Su lateralización debe estar siempre dentro de un rango medio.
- Para el cuello; su flexión debe ser entre 10° a 20°. No se debe lateralizar ni forzar el cuello.
- Para el tronco; su flexión debe ir dentro del rango de 0° y 20°, eliminando toda lateralización del tronco.

Para lograr esto, se requiere el uso de mobiliario que permita realizar la tarea sin necesidad de agacharse o mantener posturas de rodillas o cuclillas.

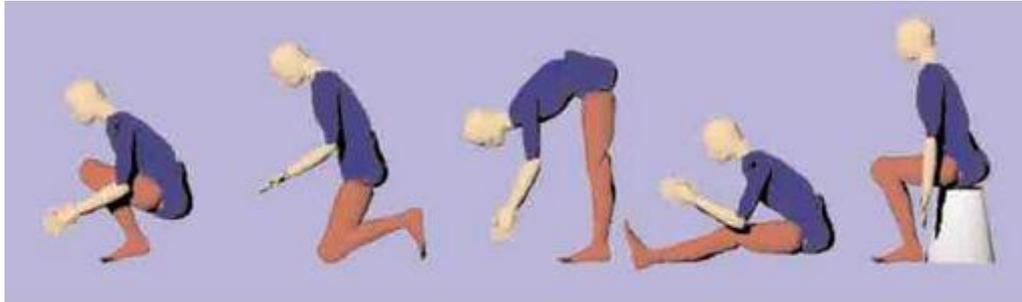
Para ello se recomienda las siguientes acciones:

- **Reducir la incidencia de las posturas forzadas.** El trabajo de soldador siempre requerirá las posturas a ras del piso. Lo que conlleva a que el soldador adopte posturas forzadas aunque no lo desee, sin embargo, se puede mitigar su impacto negativo mediante las siguientes acciones:

Modificar frecuentemente la postura. Si se alternan las posturas incorrectas en ciclos breves inferiores a 5 minutos, esto originará que las estructuras musculares del cuerpo tomen descansos reduciendo la fatiga muscular que origina tener una postura congelada. Se recomienda alternar las siguientes posturas:

- Cuclillas.

- Arrodillado.
- Parado con flexión en la espalda.
- Sentado en el piso.
- Sentado y con el tronco vuelto de revés.



**Figura 31.** Resultado final del OWAS.

**Nota:** Tomada de resultados del software ErgoIBV

Si es necesario utilizar posturas de rodillas, es recomendable utilizar rodilleras acolchadas.



**Figura 32.** Rodilleras

Generar un programa de pausas activas y estiramiento. Debido a que se labora inclinando la espalda y el cuello mientras se realiza la tarea de soldadura, es necesario hacer pausas activas (5 minutos de media hora) para que el soldador descanse y cambie de posición, y se estire descargando los músculos del tronco y del cuello. El programa se evidencia en el anexo 4.

Rotar las tareas. Es recomendable rotar las actividades y tareas descansando y ocupando los músculos. Por ello el trabajo debe organizarse para poder realizar varias tareas (recoger material, hacer mezclas, cortar baldosas, etc.) y no pasar más de media hora en la misma postura. Aunque cada uno puede organizarse el trabajo en función de sus necesidades y posibilidades.

Mejorar las condiciones de manejo de cargas. Evitar, siempre que sea factible, manipular los materiales de manera simultánea. Para ello se recomienda el uso de carros, carretillas, transpaletas o cualquier elemento que facilite la carga y el transporte de cargas pesadas. En cualquier caso, si hay que manejar cargas de forma manual, se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

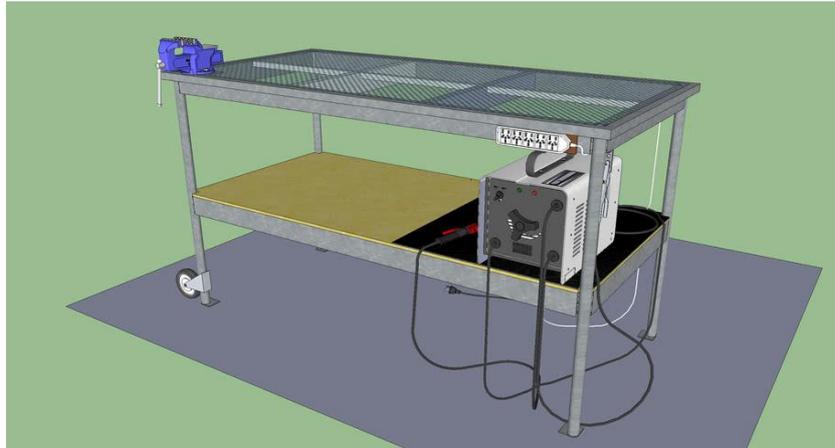
- Las cargas pesadas han de manipularse siempre entre dos personas. Hay que acostumbrarse a pedir ayuda y a utilizar una adecuada técnica de levantamiento.
- Al manipular cargas evitar girar el tronco y/o los brazos, es mejor mover los pies.
- Cuando se manipulen elementos pequeños, no hay que coger muchas de una sola vez (2 o 3 como máximo, dependiendo del tamaño).
- Usar guantes adecuados para manipular los materiales.



**Figura 33.** Guantes

- Evitar la exposición excesiva al ruido. Las herramientas de corte eléctricas producen un ruido muy elevado. Es recomendable:
  - Realizar las tareas de corte en espacios abiertos o en salas lo más grandes posible. Realizar el corte en espacios cerrados muy pequeños (escaleras, cuartos de baño, etc.) supone potenciar el efecto del ruido.
  - No realizar las tareas de corte todas seguidas. Es conveniente ir alternándolas con otras, de manera que el efecto del ruido no se acumule.
  - Asegurarse de que las herramientas de corte estén en buen estado, limpias y engrasadas, ya que esto hace que el nivel de ruido que emiten sea menor.
  - Utilizar protectores auditivos para realizar las tareas de corte.

En cuanto a las ayudas de mobiliario se recomiendan las siguientes:



**Figura 34.** Banco/Mesa Móvil de Trabajo y Soldadura. Con Soldadora Eléctrica Por Arco (MMA) de 250 A.

**Nota:** Tomada de «3D Warehouse», por <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/644b4373-202c-4eef-af84-6615414b0538/Banco-de-Soldadura>

Además, se recomiendan las sillas ergonómicas de desplazamiento:



**Figura 35.** Sillas ergonómicas para soldadores.

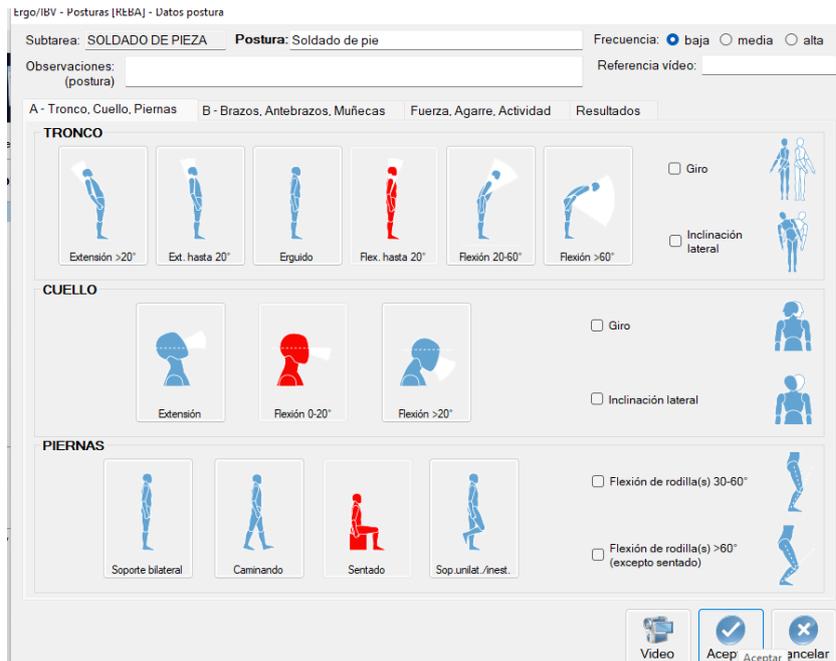
**Nota:** Tomada de «Prebecon», por [https://prebecon.com/sillas\\_ergonomicas\\_186\\_.html](https://prebecon.com/sillas_ergonomicas_186_.html)

## 5.2 EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LAS PROPUESTAS

Tras generar las propuestas ergonómicas para el factor de riesgo, es necesario evaluar su viabilidad y corroborar su efectividad, realizando una simulación de su implementación utilizando el software ergo/IBV y sus softwares REBA y OWAS.

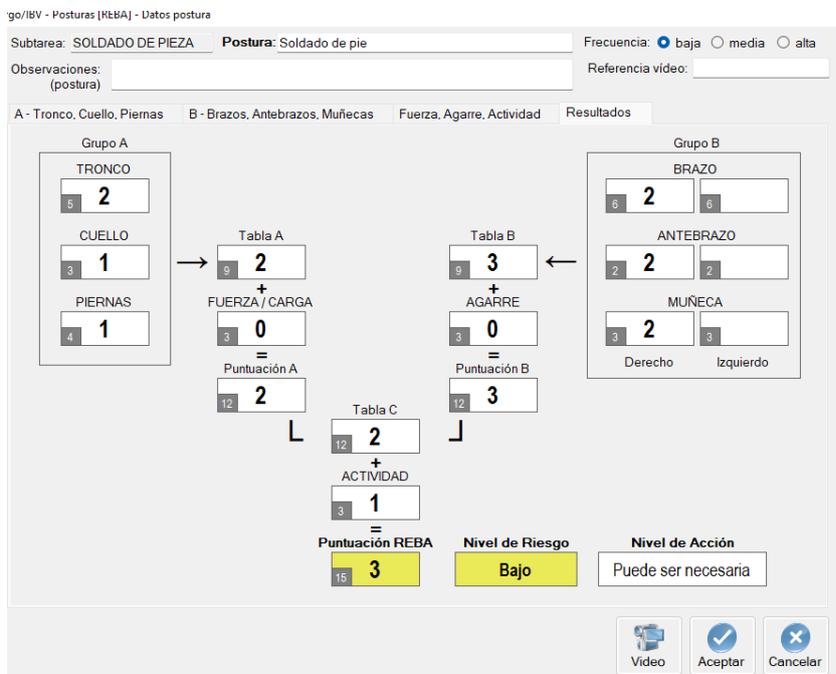
### 5.2.1 Posturas mejoradas REBA

Tras la implementación de las propuestas, el método REBA obtiene como resultados los siguientes valores:



**Figura 36.** Método REBA mejorado.  
**Nota:** Tomada de resultados del software Ergo IBV.

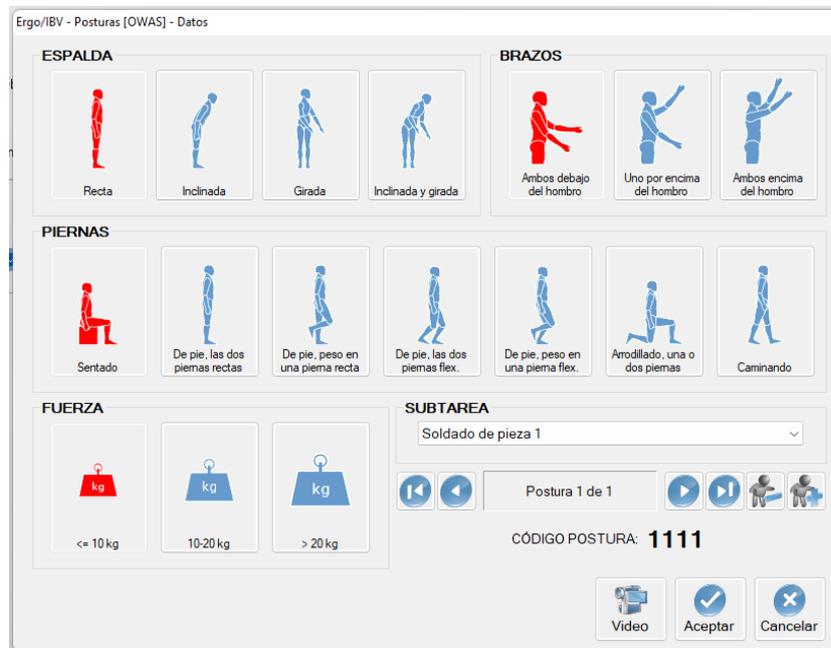
Es evidente la mejora lograda, disminuyendo el riesgo en las posturas y en el uso de miembros superiores e inferiores.



**Figura 37.** Método REBA mejorado.  
**Nota:** Tomada de resultados del software Ergo IBV.

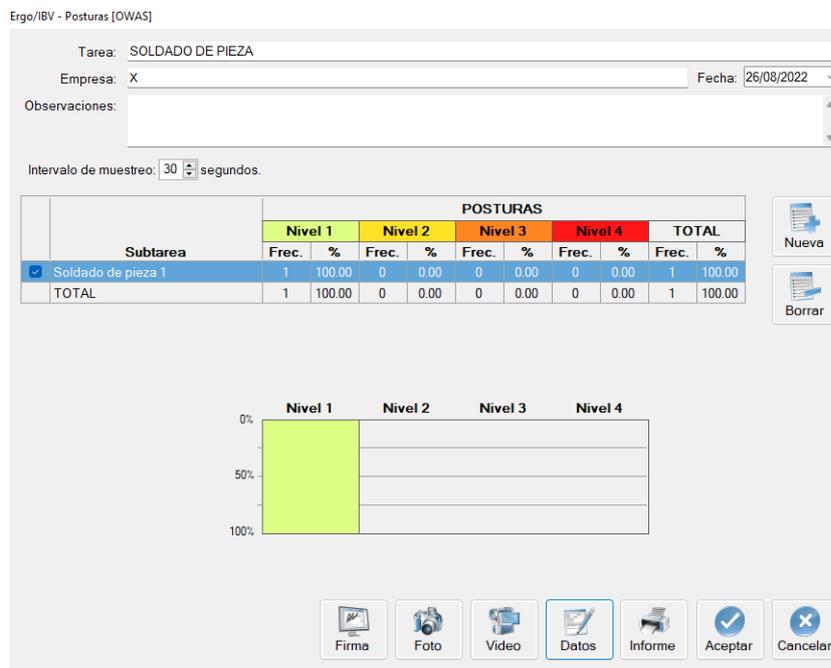
## 5.2.2 Posturas mejoradas OWAS

En cuanto a las posturas, se procederá a analizar la propuesta ergonómica utilizando el método REBA:



**Figura 38.** Método REBA mejorado.

**Nota:** Tomada de resultados del software Ergocheck.



**Figura 39.** Método REBA mejorado.

**Nota:** Tomada de resultados del software Ergocheck.

Se observa una mejoría en los riesgos del soldador, observándose que el nivel baja de 4 a 1.

### 5.3 PRESUPUESTO PARA LA MEJORA ERGONÓMICA PROPUESTA

Para analizar el presupuesto se tendrá en cuenta la mejora desarrollada en la sección anterior del capítulo de mejora.

Luego, se calcularon las cantidades para saber cuánto la empresa debe invertir y lo que se necesita para implementar la propuesta ergonómica, el gasto actual y el gasto proyectado de la propuesta para 5 periodos, con este dato se calculó el VAN del proyecto y la TIR analizando si es viable la propuesta.

En la tabla 8, se detalla el costo de inversión que implica implementar la propuesta ergonómica.

**Tabla 8.**

*Costos para implementar la propuesta ergonómica*

<b>Inversión</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>Posturas</b>			
Banco/Mesa Móvil de Trabajo y Soldadura	20	560	11 200,00
Sillas ergonómicas para soldadores	20	440,00	8 800,00
Descansos de 5 minutos		0,00	0,00
Programa de concientización de mejoras ergonómicas	1	1500	1500
<b>Total en soles</b>			<b>S/ 21 500.00</b>

El total de la inversión necesaria para adquirir los equipos, mejora en la organización del trabajo (rediseño de puesto y capacitación) es de 21 500.00 soles.

**Tabla 9.**

*Ahorro por prevención de accidentes laborales y multas por lesiones músculo-esqueléticas.*

<b>Descripción</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ahorro por multas	0	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
Ahorro por permisos	0	13 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Total	0	17 000	24 000	24 000	24 000	24 000

En la tabla 9, se muestra el ahorro por multas y permisos considerando a un solo colaborador por año que soporta lesiones que lo incapacitan y que requeriría una indemnización mínima de dos años, según teoría de la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral [Sunafil] (2018), considerando la media de colaboradores con daños anuales de acuerdo con estadísticas del sector.

En la tabla 10, se evidencia el flujo para cinco años, calculando el VAN y el TIR. En los egresos se considera una evaluación y mejora ergonómica anual, considerando los costos de la evaluación y de los materiales o equipos requeridos para implementar la mejora.

**Tabla 10.**

*Flujo de caja de la propuesta ergonómica planificada*

<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>EGRESOS (en soles)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Inversión	21 500						<b>21 500</b>
Evaluación ergonómica continua		10 000	5 000	5 000	5 000	5 000	30 000
<b>TOTAL EGRESOS (en soles)</b>	<b>21 500</b>	<b>10 000</b>	<b>5 000</b>	<b>5 000</b>	<b>5 000</b>	<b>5 000</b>	<b>30 000</b>

<b>FLUJO ENTRANTE (en soles)</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>TOTAL</b>
Pronóstico de ahorro	0	17 000	24 000	24 000	24 000	24 000	113 000
<b>TOTAL BENEFICIOS (soles)</b>	<b>0</b>	<b>17 000</b>	<b>24 000</b>	<b>24 000</b>	<b>24 000</b>	<b>24 000</b>	<b>113 000</b>

<b>FLUJO ANUAL DE CAJA (en soles)</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>TOTAL</b>
	-21 500	7 000	19 000	19 000	19 000	19 000	83 000

<b>Costo de oportunidad</b>	8.32 % (SBS, 2022) Ver anexo 5
<b>VAN</b>	S/. 94 031.47
<b>TIR</b>	70%
<b>B/C</b>	1.78

De acuerdo con el análisis realizado, de implementarse la propuesta ergonómica se obtendría un VAN de S/. 94 031.47, un B/C de 1.78 y un TIR de 70 %, concluyéndose que, la propuesta tiene viabilidad y podría implementarse en la empresa metalmecánica.

## CONCLUSIONES

- Primera.** Respecto al diagnóstico ergonómico del puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa en cuanto a su entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo, se concluye que, tras analizar los resultados por factores generados por el E-Lest, se evidencia una situación nociva respecto a la carga física. En cuanto al tiempo de trabajo este genera molestias en un nivel medio y el resto de factores evidencian leves molestias pasajeras al colaborador.
- Segunda.** En cuanto al resultado de la aplicación de herramientas ergonómicas específicas a los trabajadores en la operación de soldadura actual de la empresa metalmeccánica, se concluye que tras la aplicación del software ergonómico específico REBA, queda evidenciado el nivel de riesgo alto de los soldadores respecto a las posturas que toman en sus actividades diarias, evidenciando un riesgo alto y un nivel de acción inmediato. Esto es corroborado por el software OWAS, evidenciando un nivel de riesgo alto de los soldadores, haciéndose necesaria y urgente la propuesta de una mejora ergonómica para el puesto de trabajo de soldador.
- Tercera.** Respecto a la propuesta de mejoras para reducir el riesgo ergonómico durante la soldadura en la empresa metalmeccánica de Arequipa, se concluye que se diseñó una propuesta viable para la realidad de la empresa, generando acciones que permitan la reducción de la incidencia de las posturas forzadas, modificándolas frecuentemente, diseño de un programa de pausas activas y estiramientos, uso de mobiliario especializado para trabajos de soldadura que permitan al trabajador soldar echado, en posición normal o elevarlo para realizar soldaduras en partes altas. Además, se generará un programa de concientización para que el soldador implemente en la práctica lo señalado. Cabe resaltar también, que la propuesta ergonómica es viable desde el punto de vista económico al obtenerse VAN de S/. 94 031.47, un B/C de 1.71 y un TIR de 70 %.

**Cuarta.** Se concluye que se logró efectuar el análisis ergonómico logrando proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, además de evaluar las propuestas para corroborar su efectividad, haciendo una simulación de su implementación aplicando el método REBA y OWAS del software ergo/IBV, constatando que dichas mejoras generarían aspectos positivos en el puesto de trabajo de soldador de la empresa metalmecánica, mejora que repercutirá en el desempeño de los soldadores y elevará su satisfacción y su productividad.

## RECOMENDACIONES

- Primera.** Se recomienda al encargado del área de seguridad y bienestar de los colaboradores de la empresa metalmecánica, evaluar la entrega y uso de los implementos de seguridad por parte de los colaboradores de la empresa. Además, se debe realizar investigaciones específicas que midan al resto de puestos de la empresa, ya que podrían encontrarse posibles riesgos ergonómicos ocultos que estén generando futuras enfermedades a los colaboradores.
- Segunda.** Se sugiere a futuros investigadores evaluar el resto de puestos de trabajo de las empresas metalmecánicas, centrándose no solo en los aspectos relacionados a la postura y a la repetitividad, sino también a aspectos ambientales, cargas y fuerzas y sobre todo al aspecto psicosocial, no considerado en muchas evaluaciones ergonómicas.
- Tercera.** Se sugiere a futuros tesisistas proponer mejoras tecnológicas y mecánicas al equipo, máquinas, implementos de seguridad y herramientas usados por los soldadores, resaltando que este tipo de investigaciones repercuten en el confort y productividad del soldador, disminuyendo sus tiempos y generando un mejor puesto de trabajo.
- Cuarta.** Se recomienda a futuros tesisistas aplicar otras técnicas y métodos ergonómicos, utilizando el Jack human software, una herramienta de modelado y simulación humana, que le ayuda a mejorar la ergonomía de los diseños de sus productos y refinar las tareas industriales a través de modelos humanos parametrizables (tamaño, peso, sexo, edad, equipamiento), bases de datos antropométricas, visión Humana y Realidad Virtual, detección de colisiones, etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE-GALINDO, R. Ergonomía aplicada a las operaciones de soldadura para mejorar la calidad y la productividad. RITEC, 2020, 12(6), pp. 71-84. <http://hdl.handle.net/11285/579744>.
- ALBARRACÍN, M. y CARPIO, Y. Evaluación y propuesta de mejora ergonómica para reducir los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura en estructuras metálicas de la empresa metalmecánica RAM – Servicios Generales S.A.C. Arequipa - 2019. Tesis (Título de Ingeniero de Seguridad Industrial y Minera). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2020. 125 PP. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3800>
- ALBANÉS, Carga mental de trabajo: indicadores 1977. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp\\_575.pdf/afda384c-590a-4a7e-a08e-b0e218cbc7ee](https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_575.pdf/afda384c-590a-4a7e-a08e-b0e218cbc7ee)
- ANDERSON, C.K., CHAFFIN, D.B., HERRIN, G.D. y MATTHEWS, L.S. A biomechanical model of the lumbosacral joint during lifting activities. *Journal of Biomechanics*, 1985, 18(8), pp. 571-584. ISSN 0021-9290. DOI 10.1016/0021-9290(85)90012-0.
- ARANDA, I. En Perú ocurrieron más de 25 mil accidentes laborales no mortales en el 2021. *Gan@Más*, Noviembre 2022 [en línea]. [Fecha de consulta: 18 agosto 2022]. Disponible en: <https://revistaganamas.com.pe/en-peru-ocurrieron-mas-de-25-mil-accidentes-laborales-no-mortales-en-el-2021/>.
- ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA, What Is Ergonomics (HFE)?. IEA - International Ergonomics Association Disponible en: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
- ARIYANTI, S. et al. Design work station of pipe welding with ergonomic approach. *Sinergi*, 2019. 23(2), pp. 107. ISSN 24601217, 14102331. DOI 10.22441/sinergi.2019.2.003.
- ATTARÇA, R. The 3 Categories of Ergonomics and Their Impact on the User Experience. *Medium*, 2021. [en línea]. [Fecha de consulta: 19 agosto 2022]. Disponible en: <https://uxplanet.org/the-3-categories-of-ergonomics-and-their-impact-on-the-user-experience-c752312f19dd>.
- BALDWIN, C. y COYNE, J. Mental Workload as a Function of Traffic Density: Comparison of Physiological, Behavioral, and Subjective Indices. Conference: Driving Assessment Conference. Iowa Research Online. 2005 DOI. 10.17077/drivingassessment.1084.

- BARLING, J., KELLOWAY, E.K. y IVERSON, R.D. High-quality work, job satisfaction, and occupational injuries. *Journal of Applied Psychology*, 2003, 88(2), pp. 276-283. ISSN 1939-1854. DOI 10.1037/0021-9010.88.2.276.
- BROBERG, O. Design Processes and Constructive Ergonomics. *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2015* [en línea]. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2015, pp. 1-3. [Fecha de consulta: 19 agosto 2022]. ISBN 978-1-4503-3612-3. DOI 10.1145/2788412.2788415. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2788412.2788415>.
- BRUNETTE, M.J. MOROCHO-ALBARRACÍN, C., NORIEGA-ARANÍBAR, M.T. y ANDRADE, N. Identificación de malestares músculo-esqueléticos en una planta de manufactura en Los Olivos, Lima-Perú. *Ingeniería Industrial*, 2016, 34, pp. 27-54. ISSN 2523-6326. DOI 10.26439/ing.ind2016.n034.1336.
- CEGARRA, J. Metodología de la investigación científica y tecnológica [en línea]. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 2004. [Fecha de consulta: 21 agosto 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/31681132/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n\\_cinet%C3%ADfica\\_y\\_tecnol%C3%B3gica](https://www.academia.edu/31681132/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_cinet%C3%ADfica_y_tecnol%C3%B3gica).
- CMD. Ergonomic factors in the workplace. CMD Ltd. 2020. [en línea]. [Consulta: 20 agosto 2022]. 2020. Disponible en: <https://www.cmd-ltd.com/advice-centre/ergonomics/ergonomic-factors-workplace/>.
- DEGREVE Y AYOUB (1987), A workplace design expert System. *Int J Ind Erg* 2:37-48. 1987
- DEPARTAMENTO DE TRABAJO DE LOS EE.UU. (1994) Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. [en línea]. S.I.: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. [Fecha de consulta: 21 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/94-110/>.
- ERGONAUTAS. Método LEST - Evaluación global del puesto de trabajo. 2020. [en línea]. [Fecha de consulta: 25 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>.
- FALZON, P. Constructive Ergonomics. S.I.: CRC Press. 2014. ISBN 978-1-4822-3562-3.
- GIORGI, G. et al. Do I Just Look Stressed or am I Stressed? Work-related Stress in a Sample of Italian Employees. *Industrial Health*, 2014, 52(1), pp. 43-53. DOI 10.2486/indhealth.2012-0164.

- GRANDJEAN introducción al proceso de auditoría de gestión (1988). Disponible en: [http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4\\_ven\\_intro\\_proc\\_aud\\_ges.pdf](http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ven_intro_proc_aud_ges.pdf)
- GUEVARA, N. y MARTÍNEZ, J. Prevención de riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24 en una empresa minera. Arequipa. 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Seguridad Industrial y Minera). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2019. 184 pp. [Fecha de consulta: 19 agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1791>.
- HELANDER, M. A. Guide to Human Factors and Ergonomics, Second Edition. S.I.: CRC Press. 2005. ISBN 978-0-415-28248-2.
- HIGNETT, S. y MCATAMNEY, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). Applied Ergonomics, 31(2), pp. 201-205. ISSN 0003-6870. DOI 10.1016/s0003-6870(99)00039-3.
- HINKKA, K. et al. Psychosocial Work Factors and Sick Leave, Occupational Accident, and Disability Pension: A Cohort Study of Civil Servants. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2013, 55(2), pp. 191-197. ISSN 1076-2752.
- HORREY, W. y WICKENS, C. Examining the Impact of Cell Phone Conversations on Driving Using Meta-Analytic Techniques. T Human Factors. The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 2006, 48(1), pp- 196-205. DOI:10.1518/001872006776412135.
- HOEDEMAEKER, M. Summary Description of Workload Indicators: WP1 Workload Measures. Human Machine Interface and the Safety of Traffic in Europe Growth Project. GRD1-2000-25361. HASTE. Institute for Transport Studies. Leeds, UK: University of Leeds.
- HOE ET AL. Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Oct 23;10(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30350850/>
- ISHN. Los trabajadores con horario extendido se enfrentan a mayores riesgos de ergonomía, 2004. ISHN. [en línea]. [Fecha de consulta: 21 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.ishn.com/articles/84971-extended-hours-workers-face-increased-ergo-risks>.
- KADEFORS, R. Workstations. ILO, 2011 [en línea]. [Fecha de consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.iloencyclopaedia.org/component/k2/item/633-workstations>.
- KIM, J. The Relationship Between Frequency of Injuries and Workplace Environment in Korea: Focus on Shift Work and Workplace Environmental Factors. Safety and

- Health at Work, 2018, 9(4), pp. 421-426. ISSN 2093-7911. DOI 10.1016/j.shaw.2018.01.006.
- KIRSCHENBAUM, A., OIGENBLICK, L. y GOLDBERG, A.I. Wellbeing, work environment and work accidents. *Social Science y Medicine*, 2000, 50(5), pp. 631-639. ISSN 0277-9536. DOI 10.1016/S0277-9536(99)00309-3.
- KONZ. Workstation organization and design. *Ergonomics*, 1990, 32: 795-811 *Ergonomics* 32:795-811.
- LAURIG, W, V ROMBACH. Expert systems in ergonomics: Requirements and an approach. *Ergonomics*, 1989, 32:795-811.
- LAWSON, A.E. Hypothetico-deductive Method. En: R. GUNSTONE (ed.), *Encyclopedia of Science Education* [en línea]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2015, pp. 471-472. [Fecha de consulta: 21 agosto 2022]. ISBN 978-94-007-2150-0. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0\\_260](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_260).
- LEAN Y SHAN, Brief review on physiological and biochemical evaluations of human mental workload. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 2012, 22(3) 177-187 Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hfm.20269>
- MARYLAND ENTERPRISE. Salud-Ocupacional-Indicadores. Maryland.gov Enterprise Agency Template 2019. [en línea]. [Consulta: 24 agosto 2022]. Disponible en: <https://health.maryland.gov/phpa/OEHFP/EH/Pages/default.aspx>.
- MINISTERIO de Trabajo y Promoción del Empleo. Propuesta de Indicador de Accidentabilidad Laboral para Perú. [en línea]. Lima: MINTRA, 2017. Disponible en: [http://www.trabajo.gob.pe/CONSSAT/PDF/2018/Propuesta\\_Indicador\\_Accidentabilidad\\_Laboral\\_%20Peru\\_.pdf](http://www.trabajo.gob.pe/CONSSAT/PDF/2018/Propuesta_Indicador_Accidentabilidad_Laboral_%20Peru_.pdf).
- MITAL Y KARWOWSKI. Work Space, Equipment and Tool Design. Elsevier Science 1991. 380 pp. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/524376/DTEAntropometriaDP.pdf/032e8c34-f059-4be6-8d49-4b00ea06b3e6>
- MONK, A. y JACK, K. Plant Engineering | Welding ergonomics. *Plant Engineering*, 2018. [en línea]. [Fecha de consulta: 19 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.plantengineering.com/articles/welding-ergonomics/>.
- NIBUSINESSINFO. The importance of ergonomics | nibusinessinfo.co.uk. Diseño centrado en el usuario La importancia de la ergonomía, 2021 [en línea]. [Fecha de consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/importance-ergonomics>.

- PHAM, D, y ONDER, H. A knowledge-based system for optimizing workplace layouts using a genetic algorithm. *Ergonomics*, 2007, May, Pages 1479-1487. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139208967417>
- PARASURAMAN, R. Neuroergonomics: Research and practice. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2003 4(1-2), pp. 5-20. ISSN 1463-922X. DOI 10.1080/14639220210199753.
- PREVENCIONAR. Método LEST para una evaluación global del puesto de trabajo. *Prevencionar*, 2021 [en línea]. [Fecha de consulta: 21 agosto 2022]. Disponible en: <https://prevencionar.com/2021/01/18/metodo-lest-para-una-evaluacion-global-del-puesto-de-trabajo/>.
- PUTZ-ANDERSON V. *Cumulative Trauma Disorders. A manual for musculo-skeletal diseases of the upper limbs*. London, Taylor & Francis. 1988
- REBIFFÉ, R., ZAYANA, C. Y TARRIÈRE. Détermination des zones optimales pour l'emplacement des commandes manuelles dans l'espace de travail. *Ergonomics*. 1969, 12:913-924.
- ROQUE, I. Análisis y mejora ergonómico del puesto de soldador en una Empresa Constructora de Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Industrial), Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017, 182 pp. [Fecha de consulta: 19 agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5825>.
- SALVENDY, G. y KARWOWSKI, W. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. 5a. ed. John Wiley y Sons, 2021 ISBN 978-1-119-63608-3.
- SEIM, R., BROBERG, O. y ANDERSEN, V. Ergonomics in Design Processes: The Journey from Ergonomist toward workspace designer. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing y Service Industries*, 2014, 24(6), pp. 656-670. ISSN 1520-6564. DOI 10.1002/hfm.20508.
- SETIA, M.S. Methodology Series Module 3: Cross-sectional Studies. *Indian Journal of Dermatology*, 2016, 61(3), pp. 261-264. ISSN 0019-5154. DOI 10.4103/0019-5154.182410.
- SHALINI, R. Economic cost of occupational accidents: Evidence from a small island economy. *Safety Science*, 2009, 47(7), pp. 973-979. ISSN 0925-7535. 2009. DOI 10.1016/j.ssci.2008.10.021.
- SMRITI, C. Types of Occupational Loads and Stresses for Workers. *Your Article Library*, 2014. [en línea]. [Fecha de consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en:

- <https://www.yourarticlelibrary.com/ergonomics/types-of-occupational-loads-and-stresses-for-workers/34634>.
- SNEDDON, MEARNNS Y FLIN. Safety and situation awareness in offshore crews. *Cognition Technology and Work*, 2006, 8(4):255-267, Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/220579393\\_Safety\\_and\\_situation\\_awareness\\_in\\_offshore\\_crews](https://www.researchgate.net/publication/220579393_Safety_and_situation_awareness_in_offshore_crews).
- SPERLING, L. et all. .A cube model for the classification of work with hand tools and the formulation of functional requirements. *Applied Ergonomics*, 1993, 24 (3), 212–220. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/000368709390009X>
- SUNDIN et al. Mental health outcomes in US and UK military personnel returning from Iraq. *Br J Psychiatry*. 2014 Mar; 204(3):200-7. doi: 10.1192/bjp.bp.113.129569. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24434071/>
- SUMAN, D., DEBAMALYA, B. y SHANKARASHIS, M. Report Based on Analysis of Posture and Occupational Health of Welders in Different Welding Units. *Universal Journal of Public Health*, 2018, 6(3), pp. 127-134. ISSN 2331-8880, 2331-8945. 2018. DOI 10.13189/ujph.2018.060301.
- SULLIVAN. Quality function deployment, *Quality Progress* 1986, 19, pp. 39-50.
- SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS. Tasa de interés promedio del sistema bancario. 2022, Disponible en: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=BSWAEN>, G. et al. Psychosocial Work Characteristics as Risk Factors for Being Injured in an Occupational Accident. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2004, 46(6), pp. 521-527. ISSN 1076-2752.
- TADESSE, S. Awareness of occupational hazards and associated factors among welders in Lideta Sub-City, Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2016, 11(1), pp. 15. ISSN 1745-6673. DOI 10.1186/s12995-016-0105-x.
- TAHMASEBI, R. Design and evaluation of an ergonomic chair for near-ground welding based on muscle activity and usability. *Work (Reading, Mass.)*, 2020, 66(1), pp. 85-93. ISSN 1875-9270. DOI 10.3233/wor-203153.
- TREGASKISS. Proper Ergonomics Improve Welding Productivity, Protect Welders. Tregaskiss and Bernard. 2018. [en línea]. [Fecha de consulta: 24 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.tregaskiss.com/proper-ergonomics-improve-welding-productivity-protect-welders/>.

- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Análisis ergonómico global mediante el método LEST. Ergonautas, 2010. Disponible online: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>
- WANG, M., CHEN, Y. y CHIOU, W. Using the OVAKO working posture analysis system in cleaning occupations. Work (Reading, Mass.), 2019, 64(3), pp. 613-621. ISSN 1875-9270. DOI 10.3233/WOR-193022.
- WAARD, Good lives and the rehabilitation of offenders: promises and problems. Aggression and Violent Behavior (2002) 513 – 528 Disponible en: <https://www.ccoso.org/sites/default/files/import/WArD-2002.pdf>
- WATERS ET AL. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics 36, (7) 749-776.
- WEBSTER'S New World Medical Dictionary Postura neutral. 2008. Disponible en: [https://www.moscomm.org/uploads/userfiles/Webster\\_s%20New%20World%20Medical%20Dictionary%20\(1\).pdf](https://www.moscomm.org/uploads/userfiles/Webster_s%20New%20World%20Medical%20Dictionary%20(1).pdf)
- WELD GURU. What is Tack Welding y When to Use It. Weld Guru, 2022. [en línea]. [Fecha de consulta: 21 agosto 2022]. Disponible en: <https://weldguru.com/tack-welding/>.
- YOUNG ET AL. State of science: mental workload in ergonomics, Ergonomics, 2014, 58(1):1-17, Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/269179608\\_State\\_of\\_science\\_mental\\_workload\\_in\\_ergonomics](https://www.researchgate.net/publication/269179608_State_of_science_mental_workload_in_ergonomics)
- ZHANG, Y. et al. Simulation and Ergonomic Evaluation of Welders' Standing Posture Using Jack Software. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(22), pp. 4354. ISSN 1661-7827. DOI 10.3390/ijerph16224354.

## **ANEXOS**

# ANEXO 1. Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de las actividades de los operarios soldadores

## MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

**Empresa:**   
**Sucursal:**   
**Área:**

**Responsable del Proceso**   
**Objetivo:**

PROCESO	ACTIVIDAD (Rutinaria - No Rutinaria)	POR EMPRESA	POR E. SERVICIO	PUESTO DE TRABAJO (ocupación )	N° TRABAJADORES	PELIGROS		INCIDENTES POTENCIAL	Factor de Riesgo	MEDIDA DE CONTROL	EVALUACIÓN DE RIESGOS						PLAN DE ACCIÓN
						FUENTE, SITUACIÓN	ACTO				SEGURIDAD				HIGIENE OCUPACIONAL		NUEVAS MEDIDAS DE CONTROL
											Probabilidad (P)	Severidad (S)	Evaluación del Riesgo	Nivel de Riesgo	Existe Evaluación de Riesgo	Nivel de Riesgo	
Ingreso a las instalaciones	R	X		Operario	9	x		Pisos obstaculizados	Tropiezos, caídas al mismo nivel, golpes	No existe	3	6	18	Bajo		Inspecciones diarias de rutas y cruces peatonales (M)	
		X		Operario	9	x		Fuentes de Ruido	Probabilidad de sordera ocupacional	EPPs, Sanciones por el no uso de EPPs. (R)	3	6	18	Bajo			
Transporte y colocación de material, Habilitado. Sobre mesa.	R	X		Operario	6		x	Material punzo cortante	Probabilidad de corte.	Uso de EPPs adecuados, Sanciones por el no usar EPPs, (R)	5	8	40	Importante			
		X		Operario	6		x	Rayos UV, e infrarrojos	Probabilidad de a la vista.	Programa de Inspecciones Internas de Seguridad (M), Señalización	9	8	72	Importante			

									(M), EPPs (R) , Carteles informativos (M).							
		X	Operario	6		x		Probabilidad de Intoxicación e irritación de vías respiratorias y ojos.	Programa de capacitaciones (R), EPPs (R), Sanciones por el no uso de EPPs (R)	9	6	54	Importante			
		X	Operario	6		x	Humos metálicos, Neblinas	Probabilidad de Enfermedad pulmonar	Evaluaciones Médicas Ocupacionales periódicas (R), Programa de capacitaciones (R), Carteles informativos (M)	9	6	54	Importante			
		X	Operario	6		x	Proyección de chispas y partículas.	Probabilidad de quemaduras.	EPPs (R), Difusión del IPER (M)	5	8	40	Importante			
		X	Operario	6		x	Equipos eléctricos energizados	Contacto eléctrico	Programa de capacitaciones (R)	9	4	36	Moderado			
		X	Operario	6		x	Fuentes de Ruido	Probabilidad de sordera ocupacional	EPPs, Sanciones por el no uso de EPPs (R)	9	6	54	Importante			
		X	Operario	6		x	Carga dinámica de esfuerzos	P. de lesiones musculoesquelética	Contar con medios de transporte (M), Norma la capacidad de cada persona (R).	9	6	54	Importante			
Armado de estructuras (Soldadura)	R	X	Operario	3	x	x	Equipos eléctricos energizados	Contacto eléctrico	Programa de capacitaciones (R)	5	8	40	Importante			Conexión pozo a tierra,
		X	Operario	3		x	Rayos UV, e infrarrojos	Probabilidad de Irritación de la vista.	Programa de Inspecciones de Seguridad (M), Señalización (M), EPPs (R), Carteles informativos (M)	9	8	72	Importante		revisión de cables suelos, equipos peligrosos con letreros,	

		X		Operario	3		x	Manipulación de gases comprimidos	Probabilidad de fuga, P. de asfixia, P. de explosión.	Programa de inspecciones (M), Entrenamiento para calificación de personal (R), Procedimiento de Matpel.(M)	9	6	54	Importante			EPPs aptos para contacto eléctrico
		X		Operario	3		x	Humos y partículas en suspensión	Probabilidad de Intoxicación e irritación de vías respiratorias y ojos.	Programa de capacitaciones, EPPs, Sanciones por el no uso de EPPs (R)	9	6	54	Importante			
		X		Operario	3		x		Probabilidad de Enfermedad pulmonar	Evaluaciones Médicas Ocupacionales periódicas, Programa de capacitaciones (R), Carteles informativos (M)	5	8	40	Importante			
		X		Operario	3		x	Chispas	Probabilidad de quemaduras.	EPPs (R), Biombos (M)	9	4	36	Moderado			
		X		Operario	3		x	Posturas inadecuadas	Tropiezos, Golpes, Probabilidad de lesiones musculoesqueléticas	Programa de capacitaciones (R), Supervisión constante (M)	9	6	54	Elevado			
		X		Operario	3		x	Fuentes de Ruido	Probabilidad de sordera ocupacional	EPPs, Sanciones por el no uso de EPPs (R)	9	6	54	Importante			
Codificación	R	X		Operario	3	x	x	Iluminación Inadecuada	Fatiga Visual	No existe	5	6	30	Moderado			Diseño de puesto de trabajo con dirección a luz natural
		X		Operario	3	x	x	Fuentes de Ruido	Probabilidad de sordera ocupacional	EPPs, Sanciones por el no uso de EPPs	5	6	30	Moderado			
Transporte de material	R	X		Operario	3		x	Material punzo cortante	Probabilidad de corte	Uso de EPPs adecuados, Sanciones por el no usar EPPs, Contar con medios de transporte, Norma la	9	4	36	Moderado			

									capacidad de cada persona								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

**Elaborado por:**

Fecha:

**Revisado por:**

Fecha:

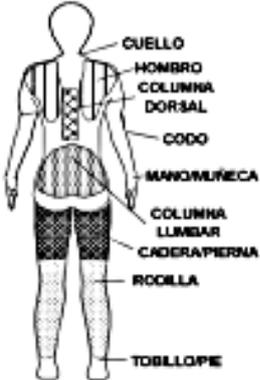
**Aprobado por:**

Fecha:

**Generar Programa**

**ANEXO 2. Cuestionario utilizado**  
**CUESTIONARIO NÓRDICO ESTANDARIZADO DE PERCEPCIÓN DE SÍNTOMAS**  
**MÚSCULO ESQUELÉTICOS**  
**CONSIDERACIONES ACERCA DE LA UTILIZACIÓN DEL MÉTODO EN LOS**  
**AMBIENTES LABORALES**

**CUESTIONARIO GENERAL**

<b>CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN</b>			
Fecha consulta: _____	Sexo: F. ___ M. ___	Año nacimiento: _____	Peso: _____ Talla: _____
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo? Años: _____ Meses: _____			
En promedio, ¿cuántas horas a la semana trabaja? Horas: _____			
<b>PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR</b>			
Para ser respondido por todos			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, discomfort) en:			
Cuello	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Hombro	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Izq. <input type="checkbox"/> Der. <input type="checkbox"/>		
Codo	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Izq. <input type="checkbox"/> Der. <input type="checkbox"/>		
Muñeca	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Izq. <input type="checkbox"/> Der. <input type="checkbox"/>		
Espalda alta (región dorsal)	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Espalda baja (región lumbar)	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas caderas / piernas	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas rodillas	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Uno o ambos tobillos / pies	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		

<b>PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR</b>			
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses			
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?		¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN CUELLO Y HOMBROS				
Fecha consulta: _____	Sexo: F ___ M ___	Año nacimiento: _____	Peso: _____	Talla: _____
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo? Años: _____ Meses: _____				
En promedio, ¿cuántas horas a la semana trabaja? Horas: _____				

CUELLO	
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces <b>NO</b> responda las preguntas 2 a la 8	
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> 0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces <b>NO</b> responda las preguntas 5 a la 8	
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses? a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)? b) ¿Actividad de ocio?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> 0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>

<b>HOMBROS</b>	
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o discomfort)?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
Si respondió <b>"NO"</b> a la pregunta 1, entonces <b>NO</b> responda las preguntas 2 a la 8	
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> 0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días
Si usted respondió <b>"0 días"</b> en la pregunta 4, entonces <b>NO</b> responda las preguntas 5 a la 8	
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses? a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)? b) ¿Actividad de ocio?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> 0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta, u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>

### ANEXO 3. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA













	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 1 de 151
--	-----------------------------------	---

## **ANEXO 4: PROPUESTA DE PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS**

### **TABLA DE CONTENIDO**

1. ALCANCE
2. OBJETIVO
3. MARCO CONCEPTUAL
4. FINALIDAD DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
5. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
6. DISEÑO DE CAPACITACIÓN
  - 6.1. Objetivos del plan de capacitación
7. FASES DE LA CAPACITACIÓN
  - 7.1. Análisis de la situación
  - 7.2. Diseño del plan de capacitación
  - 7.3. Implementar el programa de capacitación
  - 7.4. Evaluación del plan de capacitación
  - 7.5. Seguimiento del programa
- 7.6. Conclusiones
8. BIBLIOGRAFÍA
9. CONTROL DE CAMBIOS

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 2 de 151
--	-----------------------------------	---

El plan de pausas activas será aplicado a todo el personal que labora en el área de soldadura en la empresa

## 1. OBJETIVO

Implementar un programa de Pausas Activas en el puesto de soldador de la empresa con el fin de mitigar la fatiga originada por la acción de soldar, evitando que los músculos y huesos sean afectados con el tiempo, teniendo el riesgo de padecer de enfermedades laborales o de accidentes laborales.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

**Acondicionamiento Físico:** Practica de ejercicios de alongamientos y calentamientos previos a iniciar actividades. Además, debe considerarse la ejecución de pausas activas para el estiramiento de los músculos y la prevención de lesiones originadas por una postura prolongada.

**Ausentismo:** Se conceptualiza como la pérdida de días de trabajo. Se considera también las horas en las que no se cuenta con el colaborador en su puesto de trabajo.

**Condición Insegura:** Es cualquier parte del equipo, materiales, herramientas, máquinas, infraestructura o el entorno que se transforma en un riesgo para los colaboradores, los procesos o el medio ambiental y que incluso en alguna circunstancia podría causar un incidente.

**Descanso:** Tiempo efectivo de pausa entre una jornada laboral y otra, con la finalidad de alcanzar el recobro de energías necesarias para el buen funcionamiento del organismo.

**Ergonomía:** La ergonomía es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, los principios, los datos y los métodos al diseño con el fin de optimizar el bienestar humano y rendimiento general del sistema.

**Factor de Riesgo Psicosocial:** Los factores de riesgo psicosocial son aspectos que pueden afectar la respuesta psicológica de los trabajadores a su trabajo y las condiciones del lugar de trabajo (incluidas las relaciones laborales con supervisores y colegas).

**Hiperextensión:** Hiperextensión significa un movimiento donde la extensión se realiza en cualquier articulación más allá de su rango normal de movimiento.

**Hidratación:** Beber suficiente agua todos los días es crucial por muchas razones: para regular la temperatura corporal, mantener las articulaciones lubricadas, prevenir

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 3 de 151
--	-----------------------------------	---

infecciones, suministrar nutrientes a las células y mantener los órganos funcionando correctamente. Estar bien hidratado también mejora la calidad del sueño, la cognición y el estado de ánimo.

**Discapacidad:** Una discapacidad se define como una condición o función que se considera significativamente afectada en relación con el estándar habitual de un individuo o grupo.

**Pausas Activas:** Una pausa activa se refiere a ejercicios breves y sencillos de estiramiento y relajación que se llevan a cabo en el lugar de trabajo. Su duración suele ser de unos 10 minutos y se recomienda realizarlas cada dos horas laborables.

**Riesgo:** Probabilidad de que algo suceda. Conlleva una serie de acciones considerando un desenlace poco favorable.

**Rotación de Personal:** La rotación de empleados, o tasa de rotación de empleados, es la medida de la cantidad de empleados que dejan una organización durante un período de tiempo específico, generalmente un año. Si bien una organización suele medir el número total de empleados que se van, la rotación también puede aplicarse a subcategorías dentro de una organización, como departamentos individuales o grupos demográficos.

### **3. FINALIDAD DEL PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS**

La finalidad del programa, es generar conciencia entre los colaboradores soldadores de la empresa de metalmecánica de lo importante que es poseer costumbres saludables al realizar su jornada de trabajo, buscando integrar los aspectos físicos, emocionales y laborales; buscando generar hábitos provisorios, de tal forma que se pueda obviar el problema de los trastornos musculoesqueléticos, la ausencia laboral y la enfermedad generada por estos aspectos y también para interponerse en aquellos que ya se presentan y afectan la salud física y mental de los colaboradores. Se pretende la generación de áreas para mejorar el ambiente de trabajo, contribuyendo de esta forma a mejorar el nivel de producción, manejando el estrés, las comunicaciones y trabajar en equipo.

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 4 de 151
--	-----------------------------------	---

## **4. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS**

### **4.1. Beneficios**

<b>Aumenta</b>	<b>Disminuye</b>
Rendimiento de los colaboradores	La repetición de movimientos
Equipos de trabajo	Tensión y estrés laboral
Concentración en el puesto	Riesgo de enfermedades laborales

### **4.2. Actividades**

- Movimientos articulares.
- Estiramientos.
- Actividad lúdica.
- Actividad de destreza mental.

### **4.3. Metodología**

El método buscará ocuparse del conjunto de músculos más maltratados considerando realizar variaciones en los ejercicios cada rutina. Se ejecutarán en dos ocasiones por día: en la mañana y en la tarde y tendrán una duración de cinco a diez minutos cada rutina.

Cada rutina tendrá tres partes:

- Etapa de calentamiento: etapa inicial en la cual se realiza la entrada en calor de cada articulación utilizando diversos movimientos.
- Etapa de estiramiento: trabajándose el conjunto de músculos que sufren mayores impactos en la jornada laboral.
- Etapa de relajación: se relajan los músculos y se retorna al puesto de trabajo.

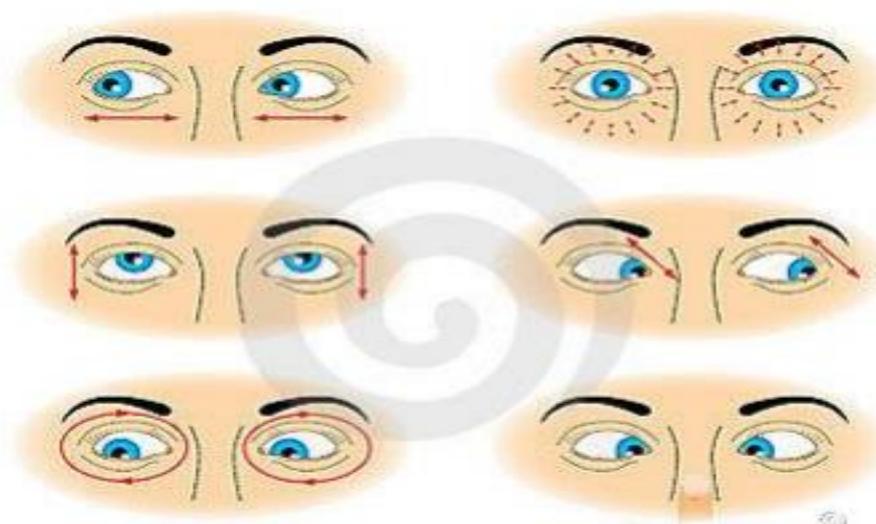
### **4.4. Estrategias**

- Se remitirá mediante el email corporativo un instructivo a los colaboradores del área de soldadura, indicando la parte postural y las herramientas propias de su puesto de trabajo.
- Se identificará mediante los supervisores, colaboradores que sean líderes y que promuevan el programa en cada proyecto de la empresa.
- Se fomentará la práctica de la actividad física diaria y constante.

#### 4.5. Rutinas de Trabajo

##### Fase 1: Los ojos

- Parpadear en reiteradas ocasiones, hasta humedecer los párpados.
- Cubrir los ojos con ambas manos sin ejercer presión y empujar los ojos hacia la derecha, sostener la visión por 7 segundos y retornar al origen central. Repetir la secuencia ahora hacia el lado izquierdo. El movimiento será con suavidad y lentitud. Repetirlo por tres veces.
- Tras ello, dirigir la vista hacia arriba y permanecer mirando el techo por siete segundos retornando al punto central. Repetir el ejercicio mirando el suelo.
- Realizar un movimiento circular con los ojos. Inicialmente tres círculos a la derecha y tras ello dos al lado contrario. El movimiento será con suavidad y lentitud. Repetirlo por tres veces.
- Acercar el índice a la nariz, observar su punta por diez segundos, tras ello alejar este dedo en dirección diversa sin perderlo de vista con los ojos.
- Frotar las manos calentándolas y ponerlas sobre cada ojo cerrado.



##### Ejercicios para personas que trabajan sentadas (visión)

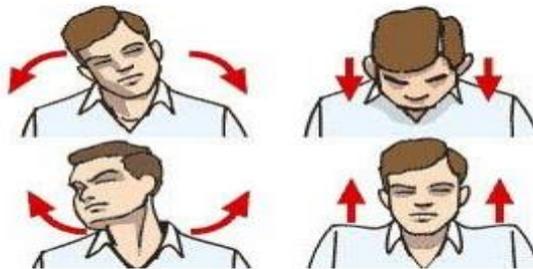
- Tapar los ojos cerrados con la palma de las manos, pero antes es aconsejable calentarlas frotándolas entre sí.
- Mirar alternativamente los objetos cercanos y lejanos o tome un objeto, acérquelo y aléjelo, muévelo de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 6 de 151
--	-----------------------------------	---

## **Paso 2: Cuello**

Los ejercicios que permitirán el estiramiento de los músculos del cuello, servirán para distender la tensión física y mental, acumulada frecuentemente.

- Con ambas manos, masajearse la musculatura posterior del cuello y la parte alta de la espalda. Realizar esta acción de masajeo por quince segundos.
- Flexionar la cabeza, tratando de tocar el pecho con su mentón. Ubicado allí, llevar lentamente el mentón al sector derecho y permanecer allí por diez segundos y hacer lo mismo en el otro lado.
- Girar lentamente la cabeza a la derecha, sostener la visión por sobre el hombro por diez segundos, regresar la parte central y voltearla a la izquierda.
- Colocar la mano derecha encima de la cabeza y acercarla al oído izquierdo, inclinar la cabeza ayudándose de la mano, buscando llegar a tocar el hombro derecho con el oído parando al manifestarse una suave tensión al lado izquierdo de la nuca.
- Mantener este estiramiento por diez segundos y dirigir la cabeza al punto central para realizar el mismo estiramiento, pero hacia el otro lado. Repetir esta rutina por tres veces para el lado derecho e izquierdo.



### Paso 3: Hombros

La acumulación de fatiga en el hombro de los soldados, deriva fácilmente en una contracción muscular, espasmos, contractura, e incluso fracturas. Surge por ejecutar repetitivamente movimientos, por las posturas largas o erróneas y por el estrés del trabajo contrarreloj. Los ejercicios para movilizar los hombros recomendados son:

- Colocar ambas manos en los hombros y dibujar de manera simultánea cinco grandes círculos lenta y suavemente. Repetir la acción dirigiéndola hacia adelante.
- Con ambos brazos en posición relajada y a los lados del cuerpo, elevar los dos hombros buscando rozar los oídos simultáneamente. Sostener por cinco segundos y descansar.
- Con ambos brazos colgando a ambos lados del cuerpo y empuñando ambas manos, dibujar de forma simultánea cinco grandes círculos que vayan hacia adelante y de manera pausada. Repetir esta acción dirigiéndolo hacia atrás.
- Colocar la mano izquierda en la parte posterior del cuello, luego pasar la derecha por sobre la cabeza tomándose el codo del brazo izquierdo y

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 8 de 151
--	-----------------------------------	---

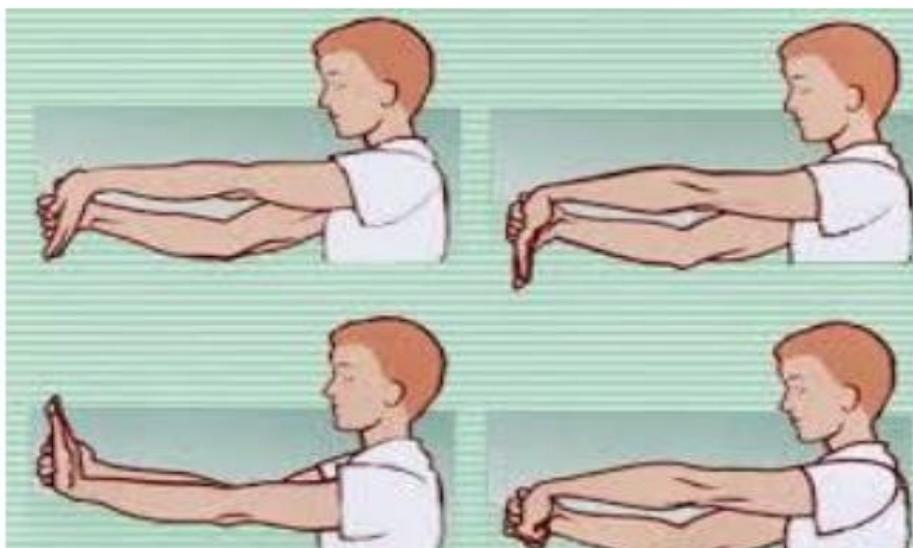
empujando en dirección trasera, sosteniendo la posición por cinco segundos y luego descansando.

- Con ambos brazos colgando a los lados el cuerpo, dibujar de manera simultánea cinco grandes círculos dirigidos hacia atrás de forma pausada. Luego hacer lo mismo, pero hacia adelante.

#### **Paso 4: Manos y Codos**

Para un soldador, las manos y codos son partes esenciales para realizar su trabajo diario. Por ello es importante estirar y calentarlos constantemente. Se recomiendan los movimientos:

- Flexionar los codos quedando la palma de cada mano apuntando hacia abajo, empujar las manos y realizar círculos con ambas muñecas de forma lenta. Realizar estos movimientos por cinco veces hacia afuera y luego por cinco veces hacia adentro.
- Empuñar las manos fuertemente y abrirlas separando y estirando cada dedo tensionándolos. Sostener estos movimientos por cinco segundos.
- Luego por cada mano, flexionar cada dedo desde el meñique. Continuar el resto de dedos mientras se va cerrando los puños. Repetir el ejercicio con la otra mano.
- Flexionar los codos y llevar las manos hacia el pecho con los dedos hacia arriba, girar cada antebrazo de manera suave girando los dedos hacia abajo y conservando juntas las palmas. Mantener la posición y repetirla con la otra mano.

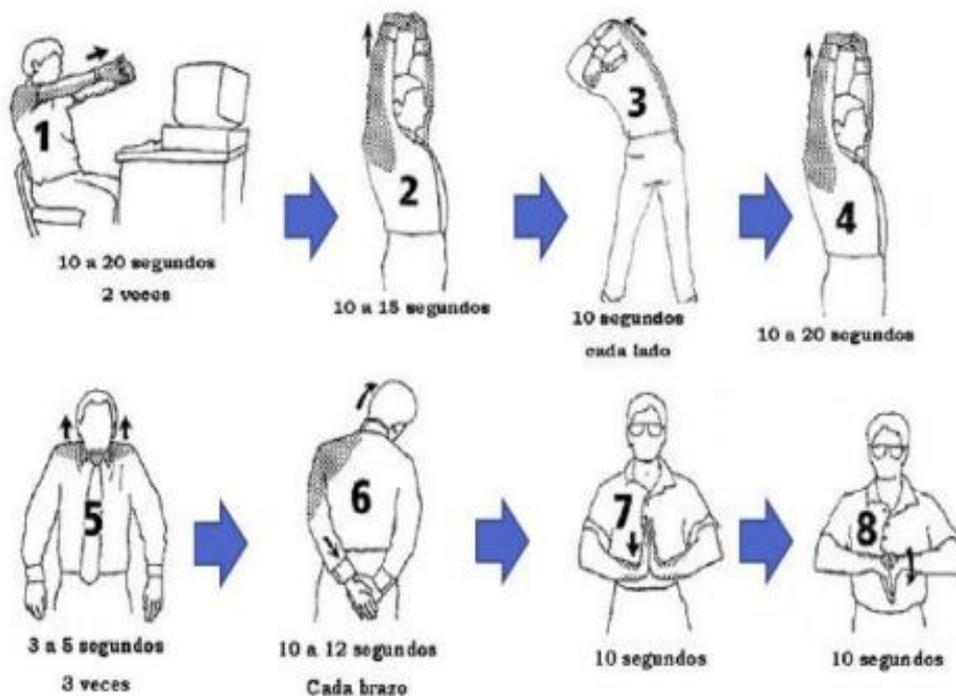


### Paso 5: Espalda y Abdomen

La espalda funciona como el eje del cuerpo y en ella se descarga todo el esfuerzo para posicionarse y moverse. Esto origina que en ella se acumule todo el esfuerzo muscular, agravado por una mala postura, carga de pesos, uso de una herramienta inadecuada o como consecuencia del estrés. Los ejercicios que pueden ayudar a elongar la musculatura y previenen las lesiones musculoesqueléticas.

- Entrelazar las manos por atrás del torso y empujar lentamente rumbo al suelo, se debe mantener derecha la espalda hasta que se sienta una leve tensión. Sostener por cinco segundos.

- Entrelazar las manos llevando adelante ambos brazos, luego empujar de manera suave estirando la musculatura de espalda y de ambos brazos. Encorvar suavemente la espalda y poner la cabeza en medio de los brazos, sostener por cinco segundos y descansar ambos brazos.
- Colocar ambas manos entrelazadas en la parte posterior de la cabeza y llevar los codos en dirección trasera para estirarlos. Sostener por cinco segundos, relajarse y llevar los codos lentamente para adelante.
- En posición sentada y separando de manera suave las piernas, se colocan ambas manos sobre cada muslo, luego doblar el tronco para delante debiendo arquear la espalda hasta donde se lo permita, en esta pose se debe relajar cuello y cabeza suspendiéndolos suavemente respecto al suelo. Conservar la posición por diez segundos y regresar a la posición de inicio suavemente.
- En postura bípeda y con la espalda derecha, levantar la rodilla diestra intentando llegar al pecho y abrazarla con los dos brazos, permanecer así por diez segundos e intercambiar de pierna.





### Paso 6: Cadera y Miembros Inferiores

La postura de sentado durante un tiempo prolongado producirá agotamiento en la musculatura de la cadera, disminuyendo el regreso de la sangre venosa de las piernas generando un entumecimiento, agotamiento, calambre, dolores e incluso lesiones incapacitantes. Para evitar esto, se necesita realizar estos ejercicios:

- En postura bípeda, con la espalda derecha y semiflexionado las rodillas, colocar ambas manos sobre la cintura y llevar adelante la cadera, sostenerla por cinco segundos, retornar a la posición central y repetir llevándola atrás y sosteniéndola por el mismo tiempo.
- Levantar la pierna zurda y llevar la rodilla elevándola hasta la cadera, pedaleándola de forma lenta y hacia adelante. Realizar cinco pedaleos lentos y luego cambiar de pierna.
- Parado, dibujar con la pierna diestra cinco óvalos dirigiéndolos hacia adentro, y generando el movimiento con la cadera. Descansar y dibujar cinco óvalos, pero ahora hacia afuera.
- Parado y con el dorso derecho, doblar para atrás la pierna diestra tomando el pie con la mano del mismo lado, semiflexionado la pierna contraria, manteniendo el tronco erguido.
- De presentarse dolores, hormigueos o mareos, suspender las rutinas de ejercicios y consultar al médico ocupacional.

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 12 de 151
--	-----------------------------------	--

#### **4.6. Seguimiento del programa**

Parte de la evaluación consiste en el monitoreo, que trata de conocer los resultados y como estos repercuten en los colaboradores soldadores de la empresa. El seguimiento debe ser integro, dinámico y colaborativo y enfocarse a obtener la información que permita tomar las decisiones que permitan planificar las acciones y retroalimentar sobre la efectividad del programa de pausas activas.

El monitoreo y seguimiento, no solamente debe evaluar el aspecto logístico, sino también el organizar y planear las reuniones que permitan evaluar la influencia de las pausas activas en el aumento de la productividad, verificando su pertinencia y su efectividad en los puestos de trabajo.

Los aspectos a considerar en el seguimiento serán aquellos que tienen que ver con el recurso humano, material y financiero utilizado en el programa. Esta información es trascendente porque servirá para realizar una mejora continua en las rutinas de ejercicios. Para recolectar esta data se utilizará como instrumento el cuestionario, para recopilar datos del personal proporcionando datos sobre los ejercicios y la manera en que se aplicaron (orden, efecto, valoración, interés, experiencia, etc.). El resultado obtenido del monitoreo es:

- Mejora en la productividad del soldador.
- Evaluación del desempeño del personal al que se le aplica el programa y del que no se le aplica.
- Retroalimentación para planificar las rutinas.
- Personalización de rutinas, disminuyendo brechas.
- Determinación del objetivo y meta para cubrir con las pausas activas.

#### **4.7. Conclusiones**

Las pausas activas son pausas temporales dentro de la jornada laboral ejecutadas a través de ejercicios físicos y mentales para recuperar energía. Esta serie de actividades reduce la fatiga laboral para que el cuerpo no se vea afectado con el tiempo, corriendo el riesgo de sufrir una posible enfermedad laboral o un accidente laboral.

El objetivo principal de las pausas activas, es promover la seguridad y la salud en el trabajo, y consisten en una breve rutina de ejercicios básicos y funcionales de movilidad articular, estiramiento, fortalecimiento y relajación durante las pausas breves de la jornada laboral. Tienen una duración de entre 5 y 15 minutos y permiten recuperar energías y

	<b>PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: <b>001-SST-PA-001</b> Versión: <b>1.0</b> Fecha: <b>08- 2022</b> Página 13 de 151
--	-----------------------------------	--

mejorar el rendimiento en el trabajo a través de diferentes técnicas que ayudan a reducir el cansancio laboral, las molestias posturales y prevenir el estrés.

De acuerdo con las Pautas de actividad física para estadounidenses, cada semana, los adultos necesitan al menos 150 minutos (2 horas y 30 minutos) de actividad física de intensidad moderada o 75 minutos (1 hora y 15 minutos) de actividad física vigorosa, o una combinación equivalente de actividad de intensidad moderada y vigorosa para beneficios sustanciales para la salud. Las Pautas de actividad física dicen que los adultos también necesitan actividad de fortalecimiento muscular de intensidad moderada o mayor, como levantar pesas o hacer flexiones, al menos 2 días a la semana.

“Las pausas activas son importantes porque, en el entorno laboral, la gran mayoría de los trabajadores pasan al menos ocho horas diarias y, dependiendo del puesto de trabajo, suelen estar sentados, con un nivel mínimo de actividad física. Esto favorece que las personas no tengan una condición física óptima, fomentando una actitud sedentaria directamente relacionada con cambios metabólicos y estructurales en el cuerpo humano. El entorno laboral representa un escenario ideal para la promoción de la actividad física y los hábitos saludables”.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

WAYMEL, T Y CHOQUE, J. Doscientos 50 ejercicios de estiramiento y tonificación muscular. 2007. Editorial Paidotribo. ISBN:84-8019-468-3

GUERRA R., Pausas activas como método de prevención de lesiones en miembros superiores más frecuentes en el ámbito de la empresa maquiladora. 2018. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

## 6. CONTROL DE CAMBIOS

Describir el diseño y posterior modificación realizada en el programa.

Versión	Cambios	Fecha
1.0	Elaboración del programa de pausa activa	2022

## ANEXO 5

### Tasas Pasivas Anuales de las Operaciones en Moneda Nacional Realizadas en los Últimos 30 Días Útiles Por Tipo de Depósito al 04/11/2022

Tasa Anual (%)	Depósitos a Plazo para Personas Naturales					Depósitos a Plazo para Personas Jurídicas				
	Hasta 30 días	31-90 días	91-180 días	181-360 días	Más de 360 días	Hasta 30 días	31-90 días	91-180 días	181-360 días	Más de 360 días
BBVA	1.92	2.49	5.04	6.02	6.77	6.49	6.63	6.91	7.46	7.34
Comercio	-	0.75	5.54	6.76	7.33	0.30	0.87	6.88	0.25	-
Crédito	4.79	4.49	5.26	5.95	6.71	6.95	7.11	7.55	7.97	7.90
Pichincha	1.00	1.00	3.10	7.61	7.20	7.44	6.54	8.05	8.22	8.32
BIF	3.26	3.75	5.60	7.56	8.21	7.00	6.74	7.65	7.35	7.31
Scotiabank	0.93	5.04	5.70	6.65	7.28	6.81	7.27	7.21	6.44	7.45
Citibank	-	-	-	-	-	4.42	4.55	-	-	-
Interbank	-	2.19	1.44	0.50	2.75	6.80	7.25	7.61	7.73	7.32
Mibanco	2.71	3.59	4.40	7.44	6.33	7.01	7.36	7.55	6.21	7.93
GNB	-	-	-	8.01	7.24	6.86	7.52	7.66	8.01	8.25
Falabella	1.53	3.60	3.62	4.81	7.96	6.92	7.09	7.37	7.76	7.97
Santander	-	-	-	-	-	6.84	6.93	7.41	7.87	6.52
Ripley	-	1.00	4.75	6.00	8.46	-	-	-	-	0.50
Alfin	1.80	2.69	3.25	7.46	7.68	-	-	-	-	-
ICBC	-	-	-	-	-	5.04	6.10	6.31	-	-
Bank of China	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BCI	-	-	-	-	-	6.99	7.20	7.30	-	7.37
Promedio	4.09	3.85	4.68	6.72	6.12	6.85	7.06	7.45	7.50	7.56