



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**DISEÑO DE UN SISTEMA MOVIL PORTA ANTORCHA PARA EL PUESTO DE TRABAJO DE SOLDADURA EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autora**

Chisaguano Chusete Erika Piedad

**Tutora**

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, Msc

QUITO– ECUADOR  
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Erika Piedad Chisaguano Chusete, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**DISEÑO DE UN SISTEMA MOVIL PORTA ANTORCHA PARA EL PUESTO DE TRABAJO DE SOLDADURA EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA**”, como requisito para optar al grado de Ingeniera Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 8 días del mes de julio de 2023, firmo conforme:

Autor: Erika Piedad Chisaguano Chusete



Firma: .....

Número de Cédula: 1724989213

Dirección: Provincia, Quito, El Dorado

Correo Electrónico: erikamri@hotmail.com

Teléfono: 0993458341

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**DISEÑO DE UN SISTEMA MOVIL PORTA ANTORCHA PARA EL PUESTO DE TRABAJO DE SOLDADURA EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA**” presentado por Erika Piedad Chisaguano Chusete, para optar por el Título de ingeniera Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 19 de octubre del 2023

.....

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, Msc.

TUTOR

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniera Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 19 de octubre de 2023



.....  
Erika Piedad Chisaguano Chusete

1724989213

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE UN SISTEMA MOVIL PORTA ANTORCHA PARA EL PUESTO DE TRABAJO DE SOLDADURA EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 19 de octubre de 2023

.....

Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

LECTOR

.....

Ing. Jacqueline del Pilar Villacis Guerrero

LECTOR

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico primero a mi madre por todo su esfuerzo y apoyo incondicional, por sus días duros y momentos difíciles que me enseñaron a ser fuerte y por permitirme iniciar con mis estudios, a mi querido padre por enseñarme a ser perseverante en todo lo que emprenda, a mis hermanos por su cariño y confianza en mí, a mi amado compañero de vida Alexis y mi pequeño Alexito por todo el apoyo, fortaleza, paciencia y amor a lo largo de este camino, sin ustedes no lo habría logrado.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios todo poderoso por su inmensa misericordia que me ha dado la capacidad de culminar esta etapa de mi vida, a mi familia, a mi tutor, el Ing. Pablo Ron MSc. que ha sido mi guía en todo este proceso para culminar con mi trabajo de titulación, a mi amigo Xavier que me apoyó en el inicio de esta etapa y no puede faltar mi estimado suegro Alejandro que me ha brindado su apoyo sincero y a todos quienes de alguna manera me apoyaron e impulsaron con sus palabras de ánimo hasta terminar esta carrera

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....         | iii  |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD ..... | iv   |
| APROBACIÓN DE LECTORES .....      | v    |
| DEDICATORIA.....                  | vi   |
| AGRADECIMIENTO.....               | vii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS .....        | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....            | ix   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....            | xii  |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....             | xii  |
| RESUMEN EJECUTIVO .....           | xiii |
| ABSTRACT .....                    | xiv  |

### CAPITULO 1

#### INTRODUCCIÓN

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Marco teórico .....        | 2  |
| Antecedentes .....         | 10 |
| Justificación.....         | 2  |
| Objetivo general .....     | 3  |
| Objetivos específicos..... | 3  |

### CAPITULO 2

#### INGENIERÍA DEL PROYECTO

|  |    |
|--|----|
| Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....                    | 4  |
| Aplicación del Cuestionario Nórdico de Síntomas Músculo-Tendinosos ..... | 9  |
| Evaluación con el Método Check List Ocrá.....                            | 14 |
| Evaluación con el método GINSHT.....                                     | 23 |
| Área de estudio.....   | 26 |
| Modelo operativo .....   | 27 |

## CAPITULO 3

### PROPUESTAS Y RESULTADOS ESPERADOS

|   |    |
|---|----|
| Presentación de la propuesta .....      | 29 |
| Propuestas del diseño mecánico .....    | 29 |
| Selección de alternativas .....         | 32 |
| Diseño del soporte porta antorcha ..... | 33 |
| Cronograma de actividades .....         | 46 |
| Análisis de costos .....                | 47 |

## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Conclusiones .....    | 49 |
| Recomendaciones ..... | 50 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |   |
|---|---|
| Figura 1 .....  | 3 |
| <i>Diseño del lugar de trabajo</i> .....  | 3 |
| Figura 2 .....  | 5 |
| <i>Alteraciones por los factores de riesgo debido a las diferentes tareas</i> ..... | 5 |
| Figura 3 .....  | 6 |
| <i>Soldadura GMAW</i> .....   | 6 |
| Figura 4 .....  | 7 |
| <i>Esquema equipo para soldadura MIG</i> .....                                      | 7 |
| Figura 5 .....  | 8 |
| Peso Teórico en función de la zona de manipulación .....                            | 8 |
| Figura 6 .....  | 9 |
| <i>Medición del giro del tronco</i> .....   | 9 |
| Figura 7 .....  | 9 |
| <i>Tipo de agarre</i> .....   | 9 |
| Figura 8 <i>Organigrama Empresa Metalmecánica</i> .....                             | 1 |
| Figura 9 .....  | 5 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Barra de tablero y jig de ensamble principal</i> .....                       | 5  |
| Figura 10 .....   | 6  |
| <i>Barra de tablero en el jig en ensamble.</i> .....                            | 6  |
| Figura 11 .....   | 8  |
| <i>Soldador MIG</i> .....   | 8  |
| Figura 12 .....   | 15 |
| Como resultado tenemos una puntuación de 4 para el factor de recuperación. .... | 15 |
| Figura 13 .....   | 16 |
| <i>Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD)</i> .....                    | 16 |
| Figura 14 .....   | 16 |
| Figura 15 .....   | 17 |
| <i>Puntuación del hombro (PHo)</i> .....  | 17 |
| Figura 16 .....   | 18 |
| <i>Puntuación del codo (PCo)</i> .....  | 18 |
| Figura 17 .....   | 18 |
| <i>Puntuación de la muñeca (PMu)</i> .....                                      | 18 |
| Figura 18 .....   | 19 |
| <i>Puntuación de la mano (PMA)</i> .....  | 19 |
| Figura 19 .....   | 19 |
| <i>Puntuación de movimientos estereotipados (PEs)</i> .....                     | 19 |
| Figura 20 .....   | 20 |
| <i>Puntuación de Factores socio-organizativos (Fso)</i> .....                   | 20 |
| Figura 21 .....   | 21 |
| <i>Tabla para puntuación de Factores físico-mecánicos (Ffm)</i> .....           | 21 |
| Figura 22 .....   | 22 |
| <i>Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos</i> .....                | 22 |
| Figura 23 .....   | 23 |
| <i>Nivel del Riesgo, Acción Recomendada e Índice OCRA equivalente</i> .....     | 23 |
| Figura 24 .....   | 24 |
| <i>Peso Teórico en kilogramos en función de la zona de manipulación</i> .....   | 24 |
| Figura 25 .....   | 24 |
| <i>Factor de Corrección de Población Protegida</i> .....                        | 24 |
| Figura 26 .....   | 25 |
| <i>Factor de Corrección de Desplazamiento Vertical de la Carga</i> .....        | 25 |
| Figura 27 .....   | 25 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Factor de Corrección de Giro del Tronco</i> .....                          | 25 |
| Figura 28 .....   | 26 |
| <i>Riesgo en función del Peso Real de la carga y del Peso Aceptable</i> ..... | 26 |
| Figura 29 .....   | 27 |
| <i>Modelo operativo</i> .....   | 27 |
| Figura 30 .....   | 30 |
| <i>Mecanismo de suspensión de pistolas de soldadura</i> .....                 | 30 |
| Figura 31 .....   | 31 |
| <i>Pescante giratorio de columna</i> .....                                    | 31 |
| Figura 32 .....   | 31 |
| <i>Pescante giratorio de muro</i> .....                                       | 31 |
| Figura 33 .....   | 32 |
| <i>Sistema de desplazamiento con correas</i> .....                            | 32 |
| Tabla 4.....  | 33 |
| <i>Análisis de alternativas</i> .....   | 33 |
| Figura 34 .....   | 35 |
| <i>Diagrama de esfuerzos 1</i> .....  | 35 |
| Figura 35 .....   | 37 |
| <i>Correa G</i> .....   | 37 |
| Figura 36 .....   | 39 |
| <i>Diagrama de esfuerzos 2</i> .....  | 39 |
| Figura 37 .....   | 43 |
| <i>Sistema de desplazamiento para la antorcha de soldadura</i> .....          | 43 |
| Figura 38 .....   | 43 |
| <i>Rodamiento de bola 6003ZZ</i> .....  | 43 |
| Figura 39 .....   | 44 |
| <i>Balancín de carga</i> .....  | 44 |
| Figura 40 .....   | 44 |
| <i>Mosquetón</i> .....  | 44 |
| Figura 41 .....   | 45 |
| <i>Esquema del sistema porta antorcha en el puesto de trabajo</i> .....       | 45 |
| Figura 42 .....   | 46 |
| <i>Estructura porta antorcha de soldadura</i> .....                           | 46 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Tiempos reales de producción.....          | 7  |
| Tabla 2: Resultados de encuesta- Trabajador 1 ..... | 10 |
| Tabla 3: Resultados de encuesta- Trabajador 2 ..... | 12 |
| Tabla 4: Cronograma de actividades .....            | 47 |
| Tabla 5: Análisis de costos.....                    | 48 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| Anexos 1 Perfiles estructurales correas “G” (CATALOGO DIPAC)..... | 52 |
| Anexo 2 Tubo estructural cuadrado .....                           | 53 |
| Anexo 3 Mosquetón .....   | 54 |
| Anexos 4 Catálogo de rodamientos SKF .....                        | 55 |
| Anexo 5 Balancín de carga.....                                    | 56 |
| Anexo 5 Firma y sello del departamento de idiomas .....           | 57 |

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**ARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA MOVIL PORTA ANTORCHA PARA EL PUESTO DE TRABAJO DE SOLDADURA EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA**

**AUTORA:** Chisaguano Chusete Erika Piedad

**UTOR:** Msc. Ron Valenzuela Pablo Ron

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de titulación realizado bajo la modalidad de Propuesta Metodológica tiene la finalidad de diseñar un soporte porta antorcha de soldadura MIG para un puesto de trabajo de ensamble de barras de tablero para autos KIA en una empresa metalmecánica dedicada al ensamble de auto parte, para mitigar los riesgos ergonómicos y preservar la salud de los trabajadores, así como también la disminución de los tiempos de producción para ajustarse a los tiempos presupuestados por la empresa. Para determinar los riesgos primero se ha realizado el análisis y evaluación de la actividad de ensamble en la estación de trabajo donde se realiza la actividad con mayor tiempo y movimientos respecto al resto de estaciones de trabajo, mediante la aplicación del cuestionario de Kourinka los trabajadores, por otra parte, la toma de tiempos reales para la comparación con los tiempos presupuestados y los tiempos esperados en el caso de que la empresa en un futuro implemente el soporte porta antorcha de soldadura

**DESCRIPTORES:** barras de tablero, jig de ensambles, riesgos ergonómicos y soldadura MIG.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**CULTAD DE INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: DESIGN OF A MOBILE TORCH HOLDER SYSTEM FOR THE WELDING  
WORKPLACE IN A METAL MECHANICAL COMPANY**

**AUTORA:** Erika Piedad Chisaguano Chusete

**TUTOR:** Msc. Ron Valenzuela Pablo Ron

**ABSTRACT**

The purpose of this thesis, carried out under the methodological proposal, is to design a MIG welding torch holder for a workstation for the assembly of panel bars for KIA cars in a metal-mechanical company dedicated to auto parts assembly, to mitigate the ergonomic risks and safeguard workers' health, as well as to reduce the production times to fit the budgeted times by the company. To determine the risks, firstly, the analysis and evaluation of the assembly activity at the workstation where the activity is performed with more time and movements compared to the rest of the workstations, through the application of the Kourinka questionnaire workers, on the other hand, the taking of real times for comparison with the budgeted times and the expected times in the event that the company implements the welding torch holder in the future.

**KEY WORDS:** dashboard bar, assembly jig, ergonomic risks, MIG welding. (Anexo 6)

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Internacional del trabajo (OIT) las enfermedades profesionales tienen un impacto considerable en los trabajadores, empresas, comunidades e inclusive en la economía, es decir, el impacto es a nivel individual y colectivo. Las enfermedades profesionales tienen una importancia considerable a nivel mundial a pesar de las mejoras implementadas para disminuir estas afecciones no se observan mejoras significativas. (Salud, 2022)

De acuerdo con el informe de la Encuesta de Condiciones de Trabajo y salud 2021-2022, “Las principales patologías observadas en la población trabajadora, según un estudio comparativo realizado por el IESS entre los años 2015 y 2017, determinó que la mayor carga de morbilidad laboral se debe a desórdenes músculo esqueléticos con un 87,0%” (Salud, 2022). Estas enfermedades pueden disminuir la calidad de vida de las personas que las adquieren debido a que se dificulta desempeñarse en sus actividades laborales siendo este un motivo de despido o las posibilidades de conseguir empleo disminuyen.

Las industrias manufactureras representan el 12% de la economía en el Ecuador y en el mismo porcentaje junto con la industria de la minería y canteras representan la participación en la industria, por lo tanto siendo este el mayor porcentaje de la industria nacional y con los datos del informe de la Encuesta de Condiciones de Trabajo y salud 2021-2022 se puede decir que hay un porcentaje considerable de personal que se desempeña en este sector que podrían desarrollar enfermedades profesionales. (Ministerio de Producción Comercio Exterior, 2023)

La empresa metalmecánica produce diferentes productos con procesos como son la fabricación de partes mediante el conformado en prensas de gran tonelaje, soldadura MIG/MAG, soldadura de proyección, soldadura de resistencia, ensamble de motos e

instalación de elevadores de carga a nivel nacional e internacional, sus procesos son por completo manuales por lo tanto depende del personal garantizar la calidad y cumplimiento de los tiempos de producción para la entrega a sus clientes.

Dentro de los productos que se realizan en la empresa se encuentra el ensamble de barras de tablero para automóviles que se ensamblan en el Ecuador, el ensamble es mediante el proceso de soldadura MIG, este proceso es elaborado de manera manual, desde la colocación de partes en los jigs de armado según la estación que corresponda, el ensamble con soldadura MIG y verificación e inspección del producto final.

La empresa cuenta con varios departamentos, entre estos se encuentran el departamento de ingeniería y el de producción. Para cada producto el área de ingeniería diseña el proceso de producción estimando un margen de utilidad de 40 % y el diseño del proceso debe ajustarse a este margen esperado, dentro de los rubros se encuentra los gastos para el diseño y fabricación de herramientas (jigs y troqueles de fabricación), máquinas, herramientas, área asignada y mano de obra directa, entre otros. Al tener la obligación de ajustarse a un margen de ganancia se deja de lado aspectos como son la ergonomía del puesto de trabajo, la salud y confort de los trabajadores, que de manera directa influye en la producción del área en estudio.

## **Marco teórico**

### **Ergonomía**

La ergonomía tiene carácter multidisciplinar es así como requiere de diferentes ramas del conocimiento, como son anatomía, ingeniería, fisiología entre otras, este conocimiento es aplicado en la adecuación de los puestos de trabajo y los elementos que los conforman para que respondan a las características y limitaciones de las personas que van a ocupar los puestos de trabajo. (Trabajo, 2022)<

## Diseño del lugar de trabajo

A menos que el trabajo se realice en un lugar abierto, la mayor parte del tiempo las personas realizan sus actividades productivas en un entorno cerrado donde ocupan el mayor porcentaje de tiempo de su jornada laboral, además de las actividades productivas el personal también tiene necesidades personales, estas pueden ser fisiológicas y otras meramente psicosociales. En este entorno todas las actividades que realizan las personas más responsabilidades colaterales que constituyen el sistema productivo deben correlacionarse de forma armónica en el centro de trabajo. (Belloví, 2008), es por ellos que el diseño del lugar de trabajo debe considerar los aspectos humanos y físicos de manera que las actividades se desarrollen de forma eficiente y esto resulta en mejores resultados para la empresa y en la satisfacción personal de los trabajadores al tener una estación de trabajo adecuada para las actividades asignadas.

### Figura 1

#### *Diseño del lugar de trabajo*



*Nota.* Aspectos importantes respecto a la ergonomía en un puesto de trabajo, por revista Ocronos, 2020, tomado de la página web <https://revistamedica.com/ergonomia-trabajos-administrativos-centros-sanitarios/>

## Movimientos repetitivos y sus patologías

Las lesiones de extremidades superiores derivadas de microtraumatismos repetitivos (LMR) se presentan de manera frecuente en distintas industrias, las patologías que se presentan

pueden ser por la combinación de movimientos repetitivos sumado a una tensión muscular por las actividades de producción; se presenta una relación directamente proporcional entre la repetitividad y esfuerzo con las lesiones, es decir, a mayor repetitividad y esfuerzo, mayor preponderancia de lesiones, los factores de riesgo que dan como resultado las lesiones de extremidades superiores (Belloví, 2008), a continuación se presentan algunos de los factores de riesgo:

- Mantenimiento de posturas forzadas de muñecas o de hombros, se debe prestar especial atención a la desviación de la muñeca de su posición neutral.
- Aplicación de una fuerza manual y una aceleración excesiva.
- Ejecutar golpes de forma repetida un objeto con la palma de la mano, pudiendo afectar así de forma directa el nervio Mediano.
- Los ciclos de trabajo repetitivos, donde se ejecutan actividades que involucran movimientos rápidos de pequeños grupos musculares.

En el siguiente cuadro se presentan las alteraciones por distintos factores de riesgo a los que se someten las personas por las actividades de trabajo, estos factores de riesgo están presentes en muchas de las actividades que se realizan y pasan desapercibidos en el proceso de diseño del puesto de trabajo y se evidencian cuando el/los trabajadores presentan afectaciones en partes de su cuerpo, es por ellos la importancia de reconocer los factores de riesgo que se pueden presentar durante la actividad de producción y definir las acciones para mitigar estos riesgos.

## Figura 2

*Alteraciones por los factores de riesgo debido a las diferentes tareas*

| <b>ALTERACIÓN</b>              | <b>FACTORES DE RIESGO POR TAREAS</b>   | <b>OFICIOS / TAREAS</b>  |
|--------------------------------|--|--|
| El Síndrome del túnel carpiano | Flexión o extensión repetida de la muñeca.<br>Torsión repetida de la muñeca.<br>Desviación radial o cubital.<br>Esfuerzos repetidos de la muñeca en posturas forzadas.<br>Maniobras de presión con la palma o con los dedos. | Pulir, afilar, abrillantar, lijar, tareas de montaje, teclear, remachar, empaquetar, lavar a mano, martillear, enladrillar y fregar.<br>Cajeros, carpinteros, cocineros y matarifes. |
| Tendinitis                     | Esfuerzos repetidos con la muñeca en extensión-flexión o en desviación cubital.  | Trabajo en prensas, de montaje, uso de alicates, tendido de cables y empaquetar.   |
| Tenosinovitis                  | Trabajos manuales.<br>Empujar con la muñeca en extensión y desviación radial o en supinación.<br>Maniobras de presión con la palma de la mano, estando la muñeca en flexión o extensión.<br>Torsión rápida de la muñeca.     | Pulir, afilar, abrillantar, trabajo en prensas, coser, cortar, uso de alicates, atornillar, escurrir y retorcer.<br>Matarifes.   |

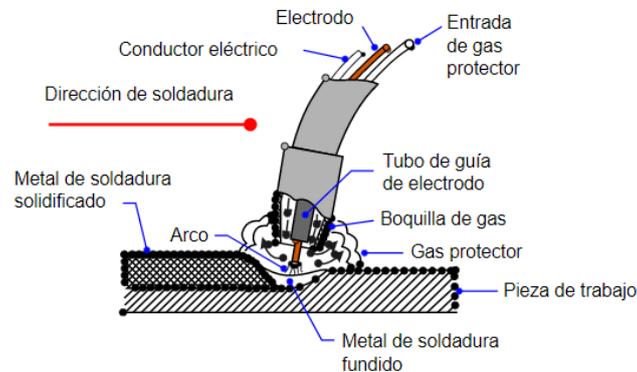
*Nota.* Adaptado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, 2019.

### **Soldadura GMAW**

El proceso de soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding) o soldadura MIG/MAG (Metal Inert Gas/ Metal Active Gas) que depende del tipo de gas protector a utilizar se lleva a cabo cuando el electrodo de soldadura se acerca al metal base y se genera el arco dónde se libera energía en forma de calor necesario para fundir el material de aporte y este se deposita en la junta de soldadura. Al mismo tiempo, se libera gas para proteger la soldadura de la contaminación proveniente del ambiente. (Cadenas, 2018)

### Figura 3

#### Soldadura GMAW



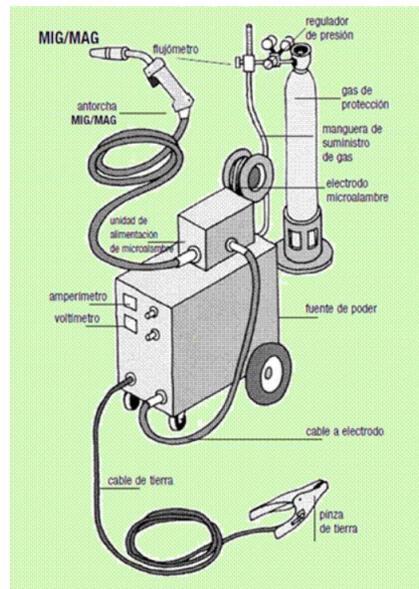
*Nota.* Adaptado de MIPSAs, expertos procesando metales, 2023

“El electrodo, metal fundido, arco y zonas adyacentes del metal base quedan protegidos de la contaminación de gases atmosféricos mediante un flujo de gas que es proporcionado mediante una tubería que está a lo largo del cable de la antorcha y desemboca en la boquilla de la pistola concéntrica al electrodo” (Cadenas, 2018)

El proceso de soldadura MIG (Metal Inert Gas) utiliza entre otros componentes una antorcha de soldadura que está conformada de un cable que conecta la antorcha a la fuente de alimentación, dentro de este cable se encuentran principalmente un conducto de gas protector y uno del alambre de soldadura, el cable de tierra, la boquilla que dirige el gas protector al producto a soldar y el cuello de cisne o mango, la antorcha es esencial para el proceso de soldadura MIG, ya que es la herramienta que dirige el electrodo de soldadura y el gas protector al punto de soldadura. Además, la antorcha de soldadura también puede tener características adicionales, como un interruptor de encendido / apagado y un control de velocidad de alimentación del alambre.

## Figura 4

### Esquema equipo para soldadura MIG



*Nota.* Esquema de un equipo con sus componentes para soldar con proceso MIG, Adaptador de Tecnología técnica

### Check List OCRA

Este método de evaluación permite valorar el nivel de riesgo vinculado a la realización de actividades repetitivas, entendiéndose como repetitivas al hecho de que se realiza el trabajo en ciclos, acciones o tareas repetidas. El método consiste en medir el nivel de riesgo considerando la probabilidad de que aparezca el trastorno musculoesquelético en un momento determinado, considerándose principalmente en la valoración del riesgo de los miembros superiores del cuerpo. (Ergonautas, 2015)

### Método GINSHT

Con este método se evalúan los riesgos relacionados con la manipulación manual de carga que realizan los trabajadores, publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Ergonautas, 2015)

El resultado de esta evaluación indicará si la carga que manipula el trabajador es tolerable o no tolerable, esta determinación se realiza en base a la comparación entre el peso real de

manipulación respecto al peso aceptable. Donde el peso real debe ser menor al peso aceptable, caso contrario el riesgo es no tolerable.

El peso aceptable es un valor de referencia teórico y depende de la zona de manipulación de la carga teniendo como referencia al trabajador como se muestra en la figura 6.

### Figura 5

Peso Teórico en función de la zona de manipulación



*Nota.* Representación Peso Teórico en función de la zona de manipulación. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

El valor del peso aceptable se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{PESO ACEPTABLE} = \text{PESO TEÓRICO} * \text{FP} * \text{FD} * \text{FG} * \text{FA} * \text{FF}$$

Esta ecuación considera varios factores que se presentan a continuación:

- Factor de Población Protegida (FP)
- Factor de Distancia Vertical (FD)
- Factor de Giro (FG), este factor mide la desviación del tronco del trabajador al realizar la actividad respecto al su eje neutro.

## Figura 6

### Medición del giro del tronco



*Nota.* Representación de la medición de los ángulos por el giro del troco. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Factor de Agarre (FA): este factor mide la calidad de agarre de los objetos en las actividades del trabajador considerando si la carga tiene agarre, su forma y tamaño, se presentan 3 tipos de agarra mostrados en la figura 8.

## Figura 7

### Tipo de agarre

**Agarre bueno:** son los llevados a cabo con contenedores de diseño óptimo con asas o agarraderas, o aquellos sobre objetos sin contenedor que permitan un buen asimiento y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto.



**Agarre regular:** es el llevado a cabo sobre contenedores con asas a agarraderas no óptimas por ser de tamaño inadecuado, o el realizado sujetando el objeto flexionando los dedos 90°.



**Agarre malo:** el realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos a granel, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales.



*Nota.* Representación del tipo de agarra o sujeción de carga con las manos. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Factor de Frecuencia (FF): este factor determina la frecuencia con la que se manipula la carga, para calcular este valor se considera la frecuencia de manipulación y el tiempo de duración.

## **Antecedentes**

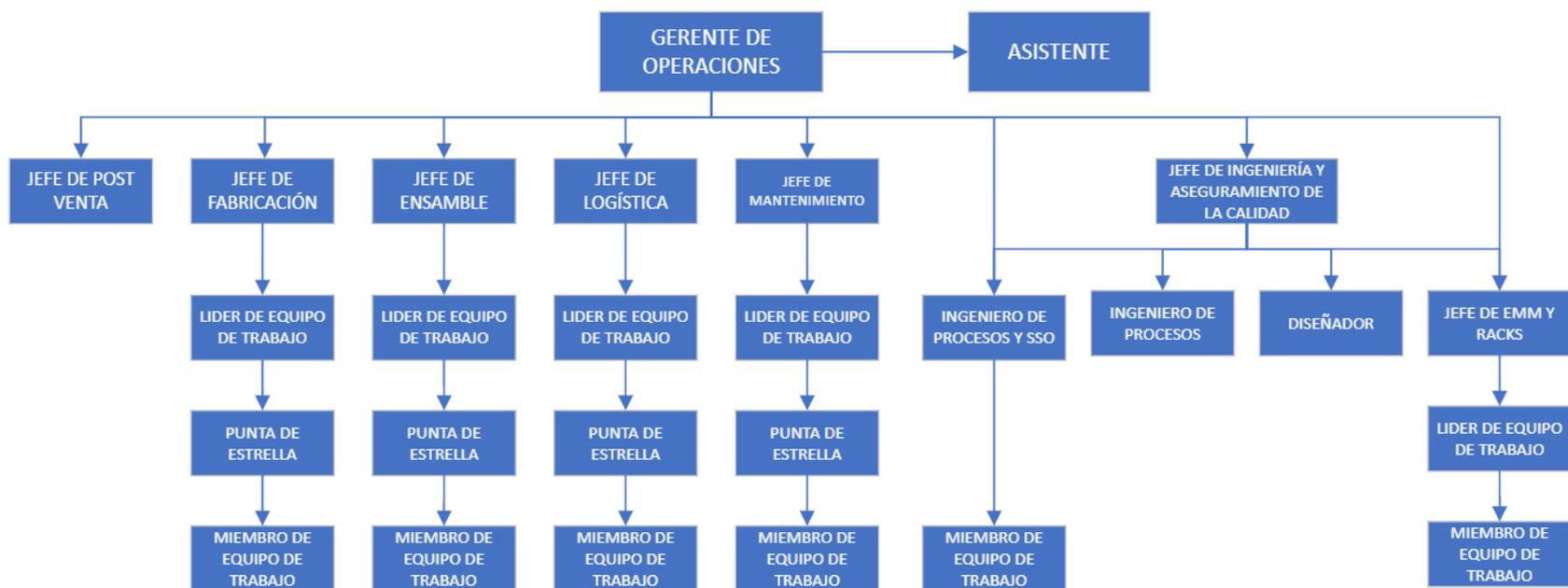
La empresa metalmecánica fue fundada hace aproximadamente 50 años como una empresa familiar y ha ido creciendo con los años tanto física como organizacionalmente, tiene varios giros de negocio como son la fabricación de piezas mediante proceso de corte y conformado de partes, proceso de soldadura MIG, soldadura de proyección, soldadura de resistencia, fabricación de elevadores de carga y ensamble de motos y motocarros; esta certificada bajo las Normas ISO 9001 para los procesos no automotrices y la Norma IATF16945 para los procesos automotrices.

A través de los años la empresa ha experimentado varios inconvenientes que han influido en su estructura organizacional como ejemplo de esto es que a partir del año 2020 que hubo un recorte de personal, ya no cuenta con un jefe de seguridad y salud ocupacional y en su lugar distribuyó las actividades y responsabilidades a otros miembros de la organización quienes no son expertos en aspectos de seguridad y salud ocupacional.

A partir de noviembre 2022 se asignó a un ingeniero de proceso como responsable de aspectos de seguridad para que trabaje en conjunto con personal de IPEGES, en la figura 1 se presenta el organigrama actual

**Figura 8**

*Organigrama Empresa Metalmeccánica*



*Nota.* Organigrama de la Empresa Metalmeccánica al año 2023. Elaborado por la Empresa Metalmeccánica

El derecho al trabajo se sustenta en los principios definidos en el artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República del Ecuador donde indica que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”.

Con un encargado oficial de seguridad y salud ocupacional se ha iniciado con la implementación de estadísticas de incidentes y accidentes en la empresa donde se puede observar el número de veces que las personas ha asistido al dispensario médico, pero no se discretiza los motivos específicos.

### **Justificación**

El trabajo por realizarse es de suma **importancia** para la línea de producción de barras de tablero y las otras líneas de ensamble de la empresa porque al identificar los riesgos ergonómicos se pueden proponer acciones para mitigar estos riesgos y por otro lado la disminución de tiempos de producción respecto a los actuales.

Con las acciones propuestas para mitigar los riesgos se tendría un **impacto** positivo en la mejora de la ergonomía del personal de producción y con la disminución de tiempos de producción se lograría cumplir con el indicador de mano de obra directa respecto a ventas que durante el 2022 no cumplió la meta establecida por la empresa.

La **utilidad** del presente estudio es que al momento del diseño de los procesos se incluya el enfoque en la ergonomía de los puestos de trabajo con la finalidad de que se preserve la salud y bienestar de los trabajadores que a su vez se ve reflejado en la productividad.

La empresa se **beneficiaría** al disminuir horas hombre y por lo tanto el gasto de mano de obra con las mejoras en las estaciones de ensamble y el personal estará menos propenso a desarrollar enfermedades profesionales.

La **factibilidad** del proyecto propuesto se basa en el compromiso de la empresa con el cuidado de la salud y la seguridad de sus colaboradores, reflejado en su política de "la salud y

la seguridad están por encima de todo". Además, el objetivo de cumplir con los presupuestos establecidos, en este caso el presupuesto de horas está directamente relacionado con la eficiencia en el tiempo de producción.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un sistema móvil porta antorcha mediante el dimensionamiento de las partes que intervienen, para el mejoramiento del puesto de trabajo.

### **Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de la línea de ensamble de barras de tablero mediante la toma de tiempos de producción actuales para comparar entre los tiempos asignados y los tiempos reales.
- Diagnóstico de las estaciones de trabajo, a través de la observación del proceso productivo, evidencia fotográfica y la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka, metodologías de evaluación ergonómica determinando los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores.
- Proponer el diseño del sistema móvil porta antorcha con el uso de un software de diseño CAD de acuerdo con las dimensiones del puesto de trabajo y considerando el peso de la antorcha para que se disminuyan los tiempos de producción mejorando la ergonomía de las estaciones de trabajo.

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

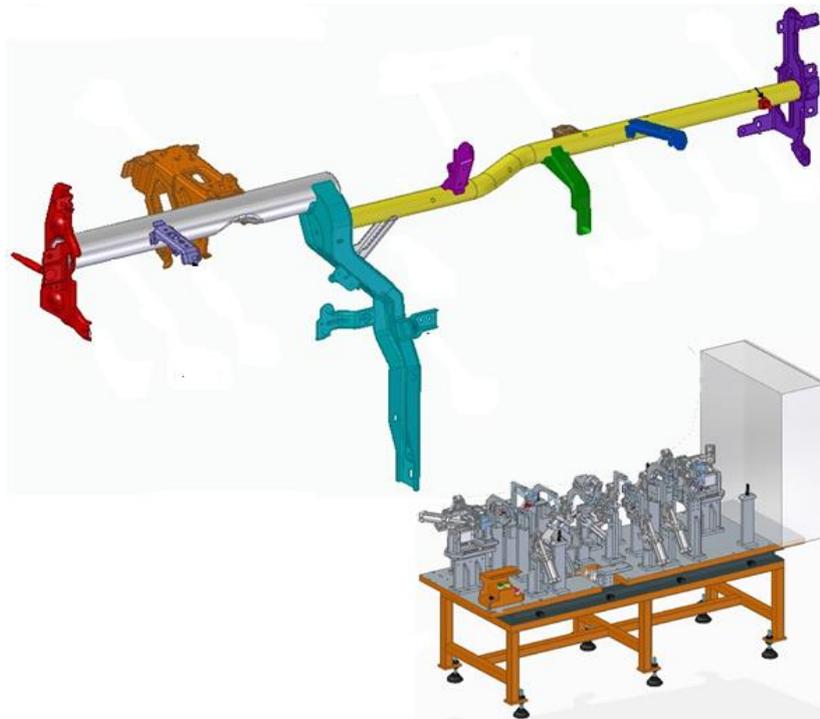
Para diagnosticar la situación actual de la empresa se van a analizar 2 aspectos, que son: los tiempos de producción y las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo seleccionado.

#### **Diagnóstico de tiempos de producción de las barras de tablero**

El área de operaciones de la empresa realiza la planificación de producción semanalmente en función de la demanda del cliente y la disponibilidad de recursos como son principalmente máquinas, equipos y personal calificado, en esta planificación se definen las unidades diarias a producir, el número de personas y las horas necesarias para esta producción en función de los tiempos establecidos para el ensamble del producto, esta planificación no siempre se cumple siendo necesario aumentar las horas respecto a las planificadas, esto significa que el tiempo de producción por unidad es mayor al establecido y hay un riesgo de incumplimiento de las entregas del producto al cliente. Las entregas de producto al cliente se realizan en función de la planificación enviada semanalmente y en el horario definido de 9:00 a 9:30 am. La línea de producción está conformada por 3 estaciones de trabajo que son, ensamble principal, remate y acabado metálico y en cada una se tienen diferentes tiempos de ensamble según su complejidad, que se debe a la geometría de las partes, la dificultad de acceso a las juntas de soldadura y el número de cordones de soldadura que se deben ejecutar en cada una. En la figura 9 se muestra una barra de tablero y el jig de ensamble principal.

## Figura 9

### *Barra de tablero y jig de ensamble principal*

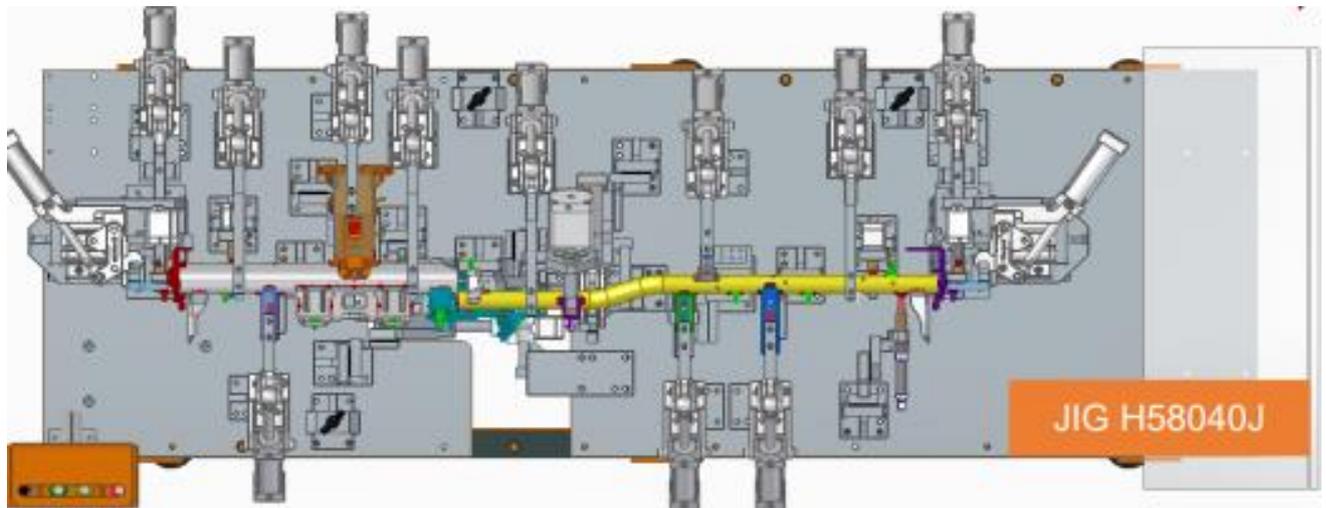


*Nota.* Esquema de la barra de tablero con sus diferentes componentes que se sueldan en el jig de ensamble. Elaborado por los diseñadores de la empresa metalmecánica.

Las partes que conforman la barra de tablero son colocadas en el jig de ensamble de forma manual en su respectiva ubicación como se muestra en la figura 10, donde se observa que se tienen varios obstáculos para el acceso a las partes a ser soldadas, como son los cilindros, torres de posicionamiento y el resto de los componentes del jig de ensamble.

## Figura 10

*Barra de tablero en el jig en ensamble.*



*Nota.* Esquema del jig de ensamble con los componentes para la barra de tablero. Elaborado por los diseñadores de la empresa metalmecánica.

La toma de tiempos se realizó en la estación de ensamble principal considerando únicamente el tiempo de soldadura, es decir, solo el tiempo desde que la persona inicia con la soldadura de las partes hasta que termina, no se considera el tiempo de movimientos para colocar las partes en el jig y el resto de las actividades acíclicas porque esos tiempos están controlados y cumplen con los establecidos.

En la tabla siguiente se muestran los tiempos de producción reales tomados durante 12 días en el primer turno de trabajo que tiene como horario de inicio de jornada las 7:00 am.

**Tabla 1***Tiempos reales de producción*

| Muestra               | Cantidad por lote | Tiempo por lote (s) | Tiempo unitario (S) |
|-----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1                     | 20                | 12760               | 638                 |
| 2                     | 10                | 6270                | 627                 |
| 3                     | 20                | 12700               | 635                 |
| 4                     | 15                | 9450                | 630                 |
| 5                     | 20                | 12740               | 637                 |
| 6                     | 20                | 12940               | 647                 |
| 7                     | 20                | 12680               | 634                 |
| 8                     | 20                | 12740               | 637                 |
| 9                     | 20                | 13000               | 650                 |
| 10                    | 20                | 12700               | 635                 |
| 11                    | 20                | 12800               | 640                 |
| 12                    | 20                | 13200               | 660                 |
| Tiempo promedio (s)   |                   | 11535,0             | 635,6               |
| Tiempo promedio (min) |                   | 192,3               | 10,59               |

*Nota.* La tabla representa los datos de tiempos de ensamble por lotes en diferentes días, elaborado por el investigador

Tiempo de ensamble establecido: 8.66 min/u para la producción de las barras de tablero.

Al realizar la comparación de tiempos se encuentra que hay un aumento 1.9 min/u lo que corresponde a un incremento del 22% del tiempo real respecto al establecido

### **Diagnóstico de las condiciones ergonómicas**

Como ya se mencionó antes, las antorchas son cables conectados a la fuente de poder y dependiendo de su longitud y la ubicación de la junta en el jig de armado la persona maniobra con la misma para acceder a las juntas y garantizar la calidad de los cordones de soldadura; como se puede observar en la figura 11, la persona debe cargar en su hombro con la antorcha y movilizarse a lo largo de la estación de trabajo en estas condiciones sintiendo incomodidad

y posibles accidentes por tropiezo con una parte de la antorcha que se mantiene en el suelo; en total son 37 cordones de soldadura que deben ejecutarse en la estación principal, 28 cordones en la estación de remate y 3 en la estación de acabado metálico e inspección final, siendo en total 63 cordones a soldar por cada barra de tablero. La jornada de trabajo actual es de 10 a 11 horas diarias para poder cumplir con las entregas, dado un total de entre 50 a 55 horas de trabajo semanal.

### **Figura 11**

*Soldador MIG*



*Nota.* Fotos donde se evidencia las posiciones y manipulación de la antorcha de soldadura para soldar las barras de tablero.

Con el fin de identificar los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores como resultado de sus tareas diarias se realizó el Cuestionario Nórdico de Síntomas Músculo-Tendinosos, este es un cuestionario estandarizado en el que las preguntas se concentran detectar los síntomas que a menudo se encuentran en un entorno laboral para identificar y analizar los síntomas musculoesqueléticos de manera ergonómica o en el contexto de salud ocupacional. (Kuorinka .I, 1987), a partir de los resultados se procederá a realizar evaluación

con métodos ergonómicos como son CHECK LIST OCRA y la evaluación con el método GINSHT

### **Aplicación del Cuestionario Nórdico de Síntomas Músculo-Tendinosos**

El cuestionario se realizó a las 2 personas quienes trabajan en la línea de producción de ensamble de barras de tablero y el tiempo considerado en la encuesta es de los últimos 12 meses en los que estas personas han realizado las actividades en esta línea de producción.

(Palacios Guevara, 2021)

Encuestas “Cuestionario Nórdico de Síntomas Músculo-Tendinosos”

Tabla 2

Resultados de encuesta- Trabajador 1

| Cuestionario Nórdico de Síntomas Músculo-Tendinosos LN                               |                       |           |                       |       |                       |       |                       |        |
|--|-----------------------|-----------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|--------|
| Fecha de encuesta: 10/5/2023   | Sexo:                 | Masculino |                       | Edad: | 36 años               |       | Estatura:             | 1.55 m |
|  | <b>Cuello</b>         |           | <b>Hombro</b>         |       | <b>Codo</b>           |       | <b>Muñeca o Mano</b>  |        |
| <b>1. ¿Ha tenido molestias en alguna de las siguientes partes del cuerpo?</b>        | SI                    | NO        | SI                    | Izq.  | SI                    | Izq.  | SI                    | Izq.   |
|  |                       |           |                       | Dcho. |                       | Dcho. |                       | Dcho.  |
|  |                       |           | NO                    |       | NO                    |       | NO                    |        |
| <b>2. Desde hace cuánto tiempo siente las molestias?</b>                             | 4 meses               |           | 3 meses               |       | 3 meses               |       | 5 meses               |        |
| <b>3. Ha sentido molestias en los últimos 12 meses?</b>                              | SI                    | NO        | SI                    | NO    | SI                    | NO    | SI                    | NO     |
| <b>4. ¿Durante cuánto tiempo ha sentido estas molestias en los últimos 12 meses?</b> | 1-7 días              |           | 1-7 días              |       | 1-7 días              |       | 1-7 días              |        |
|  | 8-30 días             |           | 8-30 días             |       | 8-30 días             |       | 8-30 días             |        |
|  | >30 días, no seguidos |           | >30 días, no seguidos |       | >30 días, no seguidos |       | >30 días, no seguidos |        |
|  | Siempre               |           | siempre               |       | siempre               |       | siempre               |        |
| <b>5. Cada vez que siente las molestias, ¿cuánto tiempo duran?</b>                   | <1 hora               |           | <1 hora               |       | <1 hora               |       | <1 hora               |        |
|  | 1 a 24 horas          |           | 1 a 24 horas          |       | 1 a 24 horas          |       | 1 a 24 horas          |        |
|  | 1 a 7 días            |           | 1 a 7 días            |       | 1 a 7 días            |       | 1 a 7 días            |        |
|  | 1 a 4 semanas         |           | 1 a 4 semanas         |       | 1 a 4 semanas         |       | 1 a 4 semanas         |        |
|  | >1 mes                |           | >1 mes                |       | >1 mes                |       | >1 mes                |        |

|  |  |    |                                 |    |                                 |    |                                   |    |
|--|--|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|-----------------------------------|----|
| <b>6. ¿Cuánto tiempo estas molestias han pausado su trabajo en los últimos 12 meses?</b>                         | 0 día  |    | 0 día                           |    | 0 día                           |    | 0 día                             |    |
|  | 1 a 7 días   |    | 1 a 7 días                      |    | 1 a 7 días                      |    | 1 a 7 días                        |    |
|  | 1 a 4 semanas                                      |    | 1 a 4 semanas                   |    | 1 a 4 semanas                   |    | 1 a 4 semanas                     |    |
|  | >1 mes   |    | >1 mes                          |    | >1 mes                          |    | >1 mes                            |    |
| <b>7. ¿Ha sido necesario algún tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?</b>                      | SI   | NO | SI                              | NO | SI                              | NO | SI                                | NO |
| <b>8. ¿Ha sentido molestias en los últimos 7 días?</b>   | SI   | NO | SI                              | NO | SI                              | NO | SI                                | NO |
| <b>9. ¿Qué valor les da a sus molestias en la escala del 0 al 5?, siendo 0 el valor más bajo y 5 el más alto</b> | 1  |    | 1                               |    | 1                               |    | 1                                 |    |
|  | 2  |    | 2                               |    | 2                               |    | 2                                 |    |
|  | 3  |    | 3                               |    | 3                               |    | 3                                 |    |
|  | 4  |    | 4                               |    | 4                               |    | 4                                 |    |
|  | 5  |    | 5                               |    | 5                               |    | 5                                 |    |
| <b>10. ¿A qué atribuye estas molestias?</b>  | Movimientos repetitivos para visualizar las partes |    | Sujetar la antorcha para soldar |    | Sujetar la antorcha para soldar |    | Movimiento repetitivo para soldar |    |

*Nota.* Los datos de la tabla muestran las valoraciones con las que el trabajador 1 califica a sus molestias.

De acuerdo con la tabla 1, el trabajador 1 refiere dolencias en las muñecas y cuello como consecuencia de los movimientos repetitivos y por sujetar la antorcha durante el proceso, la parte del cuerpo en la que se califica con mayor molestia es en la muñeca con una valoración de 4 puntos, seguido del cuello con 3 puntos, debido a estas molestias la persona debe hacer pausas frecuentes para relajar estas partes del cuerpo lo que hace que requiera de más tiempo para el ensamble de las barras respecto al tiempo establecido.

**Tabla 3**

*Resultados de encuesta- Trabajador 2*

| <b>Cuestionario Nórdico de Síntomas Músculo-Tendinosos DO</b>                        |                       |           |                       |              |                       |       |                         |
|--|-----------------------|-----------|-----------------------|--------------|-----------------------|-------|-------------------------|
| <b>Fecha de encuesta:</b> 10/5/2023  | <b>Sexo:</b>          | Masculino |                       | <b>Edad:</b> | 32 años               |       | <b>Estatura:</b> 1.63 m |
|  | <b>Cuello</b>         |           | <b>Hombro</b>         |              | <b>Codo</b>           |       | <b>Muñeca o Mano</b>    |
| <b>1. ¿Ha tenido molestias en alguna de las siguientes partes del cuerpo?</b>        | SI                    | NO        | SI                    | Izq.         | SI                    | Izq.  | SI                      |
|  |                       |           |                       | Dcho.        |                       | Dcho. |                         |
|  |                       |           | NO                    |              | NO                    |       | NO                      |
| <b>2. Desde hace cuánto tiempo siente las molestias?</b>                             | 7 meses               |           | 3 meses               |              | 2 meses               |       | 6 meses                 |
| <b>3. Ha sentido molestias en los últimos 12 meses?</b>                              | SI                    | NO        | SI                    | NO           | SI                    | NO    | SI                      |
| <b>4. ¿Durante cuánto tiempo ha sentido estas molestias en los últimos 12 meses?</b> | 1-7 días              |           | 1-7 días              |              | 1-7 días              |       | 1-7 días                |
|  | 8-30 días             |           | 8-30 días             |              | 8-30 días             |       | 8-30 días               |
|  | >30 días, no seguidos |           | >30 días, no seguidos |              | >30 días, no seguidos |       | >30 días, no seguidos   |
|  | Siempre               |           | siempre               |              | siempre               |       | Siempre                 |
| <b>5. Cada vez que siente las molestias, ¿cuánto tiempo duran?</b>                   | <1 hora               |           | <1 hora               |              | <1 hora               |       | <1 hora                 |
|  | 1 a 24 horas          |           | 1 a 24 horas          |              | 1 a 24 horas          |       | 1 a 24 horas            |
|  | 1 a 7 días            |           | 1 a 7 días            |              | 1 a 7 días            |       | 1 a 7 días              |
|  | 1 a 4 semanas         |           | 1 a 4 semanas         |              | 1 a 4 semanas         |       | 1 a 4 semanas           |
|  | >1 mes                |           | >1 mes                |              | >1 mes                |       | >1 mes                  |

|   |  |    |                                |    |                                |    |                                   |    |
|---|--|----|--------------------------------|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|
| <b>6. ¿Cuánto tiempo estas molestias han pausado su trabajo en los últimos 12 meses?</b>                      | 0 día  |    | 0 día                          |    | 0 día                          |    | 0 día                             |    |
|   | 1 a 7 días   |    | 1 a 7 días                     |    | 1 a 7 días                     |    | 1 a 7 días                        |    |
|   | 1 a 4 semanas  |    | 1 a 4 semanas                  |    | 1 a 4 semanas                  |    | 1 a 4 semanas                     |    |
|   | >1 mes   |    | >1 mes                         |    | >1 mes                         |    | >1 mes                            |    |
| <b>7. ¿Ha sido necesario algún tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?</b>                   | SI   | NO | SI                             | NO | SI                             | NO | SI                                | NO |
| <b>8. ¿Ha sentido molestias en los últimos 7 días?</b>  | SI   | NO | SI                             | NO | SI                             | NO | SI                                | NO |
| <b>¿Qué valor les da a sus molestias en la escala del 0 al 5?, siendo 0 el valor más bajo y 5 el más alto</b> | 0  |    | 0                              |    | 0                              |    | 0                                 |    |
|   | 1  |    | 1                              |    | 1                              |    | 1                                 |    |
|   | 2  |    | 2                              |    | 2                              |    | 2                                 |    |
|   | 3  |    | 3                              |    | 3                              |    | 3                                 |    |
|   | 4  |    | 4                              |    | 4                              |    | 4                                 |    |
|   | 5  |    | 5                              |    | 5                              |    | 5                                 |    |
| <b>10. ¿A qué atribuye estas molestias?</b>   | Movimientos repetitivos del cuello de arriba hacia abajo |    | Mantener la antorcha levantada |    | Mantener la antorcha levantada |    | Movimiento repetitivo pasa soldar |    |

*Nota.* Los datos de la tabla muestran las valoraciones con las que el trabajador 1 califica a sus molestias.

De acuerdo con la tabla 2, el trabajador 2 refiere las mayores dolencias en las muñecas por movimientos repetitivos para soldar y el cuello por movimientos de arriba hacia abajo, de estas la que se califica con mayor molestia es en la muñeca con una valoración de 4 puntos, seguido del cuello con 3 puntos,

En ambos casos los trabajadores presentan dolencias en las mismas partes del cuerpo, debido a estas molestias las personas deben hacer pausas frecuentes para relajar estas partes del cuerpo lo que hace que requiera de más tiempo para el ensamble de las barras respecto al tiempo establecido.

### **Evaluación con el Método Check List Ocra**

Mediante el cálculo del valor del índice de ICKL se clasificará el riesgo como Óptimo, Muy Ligero, Ligero, Medio o Alto. A continuación, se presenta la ecuación:

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) * MD$$

#### **Donde:**

**FR:** Factor de recuperación

**FF:** Factor de frecuencia

**FFz:** Factor de fuerza

**FP:** Factor de postura y movimientos

**FC:** Factor de riesgos adicionales

**MD:** Multiplicador de duración

A continuación, se determinarán cada uno de los factores basándose en tablas indicadas en cada figura.

#### **Factor de recuperación**

Para determinar el factor de recuperación se empleará la tabla de puntuación del factor de recuperación mostrada en la figura 12.

Durante la jornada laboral se hace una pausa de 10 min para tomar el refrigerio, una pausa de 5 min para hacer calistenia y 30 min para el almuerzo.

## Figura 12

### *Puntuación del factor de recuperación*

| Situación de los periodos de recuperación  | Puntuación |
|--|------------|
| - Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo).<br>- El periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo (al menos 10 segundos consecutivos de cada 60, en todos los ciclos de todo el turno)                    | 0          |
| - Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.<br>- Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).   | 2          |
| - Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.<br>- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).   | 3          |
| - Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.<br>- Existen 3 pausas (sin descanso para el almuerzo), de al menos 8 minutos, en un turno de 7-8 horas.<br>- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas. | 4          |
| - Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar.<br>- En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).   | 6          |
| - No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.  | 10         |

*Nota.* Representación del tipo de agarra o sujeción de carga con las manos. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

**Como resultado tenemos una puntuación de 4 para el factor de recuperación.**

### **Factor de frecuencia FF**

Para determinar el factor de frecuencia primero se requiere determinar el tipo de acciones técnicas que se ejecutan en el puesto de trabajo. Las acciones técnicas son dinámicas o estáticas; las acciones técnicas dinámicas son las que se ejecutan de forma repetida en corto tiempo, mientras que las acciones técnicas estáticas tienen como característica su mayor duración. (Ergonautas, 2015)

## Figura 13

### *Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD)*

| Acciones técnicas dinámicas   | ATD |
|---|-----|
| Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.                                      | 0   |
| Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.                                   | 1   |
| Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.                                | 3   |
| Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares. | 4   |
| Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.          | 6   |
| Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.          | 8   |
| Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.                | 10  |

*Nota.* Tabla de acciones técnicas dinámicas (ATD) con sus respectivas valoraciones.

Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

### **Acciones técnicas estáticas (ATE)**

## Figura 14

### *Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE)*

| Acciones técnicas estáticas   | ATE |
|---|-----|
| Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).  | 2,5 |
| Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación). | 4,5 |

*Nota.* Tabla de acciones técnicas estáticas (ATE) con sus respectivas valoraciones. Adaptado

de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Se aplica la fórmula para calcular el Factor de frecuencia

$$FF = \text{MAX} (ATD; ATE)$$

$$FF = \text{MAX} (0; 2.5)$$

$$FF = 2.5$$

Como resultado tenemos que el factor de potencia es de 2.5

### Factor de fuerza

El factor de fuerza se considera como cero porque los objetos que se sostienen pesan como máximo ½ kg y se sostienen únicamente para el traslado desde la mesa de almacenamiento hasta el jig de ensamble situado a 30 cm de distancia entre estos.

### Cálculo del Factor de Posturas y Movimientos (FP)

#### Puntuación del hombro (PHo)

#### Figura 15

#### Puntuación del hombro (PHo)

| Posturas y movimientos del hombro   | PHo |
|---|-----|
| El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo                                | 1   |
| El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo | 2   |
| El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo | 6   |
| El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo                                | 12  |
| El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo  | 24  |
| <i>(*) Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.</i>                 |     |

*Nota.* Puntuación del hombro (PHo) con sus respectivas valoraciones. Adaptado de

Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

## Puntuación del codo (PCo)

Figura 16

*Puntuación del codo (PCo)*

| Posturas y movimientos del codo  | PCo |
|--|-----|
| El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo | 2   |
| El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo    | 4   |
| El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo           | 8   |

*Nota.* Puntuación del codo según sus posturas y movimientos con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

## Puntuación de la muñeca (PMu)

Figura 17

*Puntuación de la muñeca (PMu)*

| Posturas y movimientos de la muñeca  | PMu |
|--|-----|
| La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo    | 2   |
| La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo | 4   |
| La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo  | 8   |

*Nota.* Puntuación de la muñeca en función de sus posturas y movimientos con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

## Puntuación de la mano (PMa)

Figura 18

Puntuación de la mano (PMa)

| Duración del Agarre         | PMa |
|-----------------------------|-----|
| Alrededor de 1/3 del tiempo | 2   |
| Más de la mitad del tiempo  | 4   |
| Casi todo el tiempo.        | 8   |

(\*) El agarre se considerará solo cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar.

Nota. Puntuación de la mano en función de la duración del agarre durante la jornada de trabajo con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

## Puntuación de movimientos estereotipados (PEs)

Figura 19

Puntuación de movimientos estereotipados (PEs)

| Movimientos estereotipados  | PEs |
|---|-----|
| - Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca, o dedos, al menos 2/3 del tiempo<br>- O bien el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos | 1.5 |
| - Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca o dedos, casi todo el tiempo<br>- O bien el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos        | 3   |

Nota. Puntuación para los movimientos con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

A continuación, se aplica la fórmula para determinar el Factor de postura y movimientos

$$FP = MAX (PHo; PCo; PMu; PMa) + PEs$$

$$FP = MAX (6; 4; 4; 8) + 3$$

$$FP = 11$$

Como resultado tenemos que el factor de potencia es de 11.

## Cálculo del Factor de Riesgos Adicionales (FC)

Los factores de riesgo adicionales están conformados de dos tipos que son: tipo físico-mecánico y los derivados de aspectos socio-organizativos del trabajo

Para determinar la puntuación  $F_{fm}$  de los factores de tipo físico-mecánico se debe escoger una opción de la figura 19 y para determinar la puntuación  $F_{so}$  de los factores de tipo socio-organizativos se debe escoger una opción de la figura 20, a continuación, se sumarán ambos factores para obtener el factor FC.

$$FC = F_{fm} + F_{so}$$

### Factores socio-organizativos

#### Figura 20

*Puntuación de Factores socio-organizativos ( $F_{so}$ )*

| Factores socio-organizativos  | $F_{so}$ |
|---|----------|
| El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse | 1        |
| El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina  | 2        |

*Nota.* Puntuación para los factores socio-organizativos en función del ritmo de trabajo con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web

<https://www.ergonautas.upv.es/>.

## Factores físico-mecánicos

Figura 21

Tabla para puntuación de Factores físico-mecánicos (Ffm)

| Factores físico-mecánicos  | Ffm |
|--|-----|
| Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo                   | 2   |
| La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más | 2   |
| La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más  | 2   |
| Existe exposición al frío (menos de 0º) más de la mitad del tiempo   | 2   |
| Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más   | 2   |
| Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más   | 2   |
| Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.)  | 2   |
| Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.)  | 2   |
| Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo   | 2   |
| Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo   | 3   |

(\*) Si concurren varios factores se escogerá alguna de las dos últimas opciones..

Nota. Puntuación de los factores físico-mecánicos con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Al concurrir 2 factores se escoge el de valoración 3.

Con los valores de Fso y Ffm se obtiene el valor de FC.

$$FC = Ffm + Fso$$

$$FC = 1 + 3$$

$$FC = 4$$

## Cálculo del Multiplicador de Duración (MD)

**Figura 22**

*Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos*

| Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos | MD   |
|---|------|
| 60-120  | 0.5  |
| 121-180   | 0.65 |
| 181-240   | 0.75 |
| 241-300   | 0.85 |
| 301-360   | 0.95 |
| 361-420   | 0.95 |
| 421-480   | 1    |
| 481-539   | 1.2  |
| 540-599   | 1.5  |
| 600-659   | 2    |
| 660-719   | 2.8  |
| ≥720  | 4    |

*Nota.* Puntuación de los factores físico-mecánicos con sus respectivas valoraciones. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Mediante la figura 22 se determina que el multiplicador de duración es de 0.95

### Determinación del Nivel de Riesgo

A continuación, se calcula el índice de Check list Ocra que nos permitirá determinar el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores.

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) * MD$$

**Donde:**

*FR:* 4

*FF:* 2.5

*FFz:* 0

*FP:* 11

*FC:* 4

*MD:* 0.95

$$ICKL = (4 + 2.5 + 0 + 11 + 4) * 0.95$$

$$ICKL = 20.43$$

Con el valor calculado del ICKL se puede obtener el nivel de riesgo de la actividad y la acción correctiva a tomar de acuerdo con la figura 23.

## Figura 23

### *Nivel del Riesgo, Acción Recomendada e Índice OCRA equivalente*

| Índice Check List OCRA | Nivel de Riesgo   | Acción recomendada  | Índice OCRA equivalente |
|------------------------|-------------------|---|-------------------------|
| ≤ 5                    | Óptimo            | No se requiere  | ≤ 1.5                   |
| 5.1 - 7.5              | Aceptable         | No se requiere  | 1.6 - 2.2               |
| 7.6 - 11               | Incierto          | Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto                 | 2.3 - 3.5               |
| 11.1 - 14              | Inaceptable Leve  | Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento | 3.6 - 4.5               |
| 14.1 - 22.5            | Inaceptable Medio | Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento | 4.6 - 9                 |
| > 22.5                 | Inaceptable Alto  | Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento | > 9                     |

*Nota.* Tabla para determinar el índice OCRA. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Según la figura 23 el nivel de riesgo es inaceptable medio y la acción inmediata recomendada es la mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

### **Evaluación con el método GINSHT**

#### **Cálculo del peso aceptable**

El cálculo del peso aceptable es respecto al peso teórico recomendado que está en función de la zona de manipulación de la carga respecto al trabajador calculado en condiciones ideales de manipulación.

Para determinar el peso aceptable se considera la altura o distancia vertical desde el suelo a la altura de las distintas zonas del cuerpo como son pantorrilla, muso, codo (encima o debajo) y la vista y la separación con respecto al cuerpo o distancia horizontal de la carga que manipula al cuerpo.

El trabajador manipula la carga (antorcha de soldadura) por encima del codo y cerca del cuerpo, por lo tanto, la valoración del peso aceptable según la figura 23 es de 13.

## Figura 24

*Peso Teórico en kilogramos en función de la zona de manipulación*

| ALTURA                   | SEPARACIÓN       |                  |
|--------------------------|------------------|------------------|
|                          | Cerca del cuerpo | Lejos del Cuerpo |
| Altura de la vista       | 13               | 7                |
| Por encima del codo      | 19               | 11               |
| Por debajo del codo      | 25               | 13               |
| Altura del muslo         | 20               | 12               |
| Altura de la pantorrilla | 14               | 8                |

*Nota.* Tabla para determinar el índice OCRA. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

Para determinar el peso aceptable de carga para el trabajador se deben determinar los factores de corrección FP, FD, FG, FA y FF

$$PESO\ ACEPTABLE = PESO\ TEÓRICO * FP * FD * FG * FA * FF$$

### Factor de población protegida (FP)

Siendo que el objetivo es la prevención del 95% de la población se elige el factor de corrección de 0.6 según la figura 25.

## Figura 25

*Factor de Corrección de Población Protegida*

| Nivel de Protección     | % de población protegida                     | Factor de corrección |
|-------------------------|--|----------------------|
| General                 | 85%  | 1                    |
| Mayor Protección        | 95%  | 0.6                  |
| Trabajadores entrenados | Sólo trabajadores con capacidades especiales | 1.6                  |

*Nota.* Elección del factor de protección para proteger al 95% de la población. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

### Factor de Distancia Vertical (FD)

Para este factor se considera la distancia vertical desde que el trabajador inicia el levantamiento de la antorcha de soldadura hasta que finaliza la manipulación, el factor de distancia vertical de acuerdo con la figura 26 es de 0.84.

## Figura 26

### Factor de Corrección de Desplazamiento Vertical de la Carga

| Desplazamiento vertical de la carga | Factor de corrección |
|-------------------------------------|----------------------|
| Hasta 25 cm.                        | 1                    |
| Hasta 50 cm.                        | 0.91                 |
| Hasta 100 cm.                       | 0.87                 |
| Hasta 175 cm.                       | 0.84                 |
| Más de 175 cm.                      | 0                    |

*Nota.* Se considera la distancia vertical que recorre la carga hasta terminar su manipulación.

Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

### Factor de Giro (FG)

Para el factor de giro se toma como referencia la postura neutra, a partir de esta se estima el ángulo de giro en grados sexagesimales formado por la línea que une los hombros con la línea que une los tobillos, ambas proyectadas sobre el plano horizontal. (Ergonautas, 2015). El operador gira hasta 30°, por lo tanto, el factor de giro es de 0.9.

## Figura 27

### Factor de Corrección de Giro del Tronco

| Giro del Tronco         | Factor de corrección |
|-------------------------|----------------------|
| Sin giro                | 1                    |
| Poco girado (hasta 30°) | 0.9                  |
| Girado (hasta 60°)      | 0.8                  |
| Muy girado (90°)        | 0.7                  |

*Nota.* Para la selección se considera como punto neutro la línea que une los tobillos. Adaptado de Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

### Factor de agarre (FA)

Este depende de la calidad de agarre, siendo en este caso regular debido a que para el agarra utiliza guantes de soldadora que no le permiten sujetar de forma fácil la antorcha, por lo tanto, el valor del factor de agarre es de 0.95.

## Factor de Frecuencia (FF)

La frecuencia con la que se manipula la carga es de 0.45 debido a que la frecuencia de manipulación de 4 veces por minuto y la jornada es de 8 horas diarias con tiempos acíclicos de 12.3 min.

A continuación, se calcula el peso aceptable.

$$PESO\ ACEPTABLE = PESO\ TEÓRICO * FP * FD * FG * FA * FF$$

$$PESO\ ACEPTABLE = 13 * 0.6 * 0.84 * 0.9 * 0.95 * 0.45$$

$$PESO\ ACEPTABLE = 2.52\ kg$$

A continuación, se hace la comparación entre el peso real y el peso aceptable para determinar el nivel de riesgo.

Peso real: 5.32 kg

Peso aceptable: 2.52 kg

$$5.32\ kg > 2.52\ kg$$

## Figura 28

*Riesgo en función del Peso Real de la carga y del Peso Aceptable*

| Peso Real vs. Peso Aceptable | Riesgo       | Medidas Correctivas |
|------------------------------|--------------|---------------------|
| Peso Real ≤ Peso Aceptable   | Tolerable    | No son necesarias * |
| Peso Real > Peso Aceptable   | No tolerable | Son necesarias      |

*Nota.* Comparación del peso real respecto al peso aceptable calculado. Adaptado de

Ergonautas, tomado de la página web <https://www.ergonautas.upv.es/>.

De acuerdo con los datos calculados y la comparación de la figura 28 el riesgo es NO

TOLERABLE por lo tanto se deben tomar medidas correctivas

## Área de estudio

Dominio: Tecnología y sociedad

Línea de investigación: Ergonomía y salud ocupacional

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Calidad, Seguridad, Ambiente y Mejora Continua

Aspectos: Riesgos ergonómicos y productividad

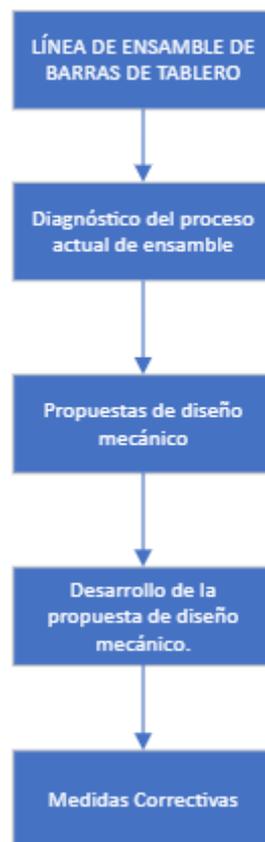
Objeto de estudio: Empresa Metalmecánica

Periodo de análisis: 2023 – 2023

## Modelo operativo

### Figura 29

*Modelo operativo*



*Nota.* Realizado por el investigador

### Definición del modelo operativo

Diagnóstico del proceso actual de ensamble: analizar el cumplimiento de la producción planificada para las entregas al cliente según el cronograma de recolección, mediante la toma

de tiempos reales de producción durante las jornadas normales de trabajo y cuantificar las diferencias.

Propuestas de diseño mecánico: Presentar las propuestas de diseños de soporte porta antorcha de soldadura MIG que permitirá mejorar la ergonomía en el puesto de trabajo y mediante una matriz de valoración definir la mejor propuesta a desarrollar.

Desarrollo de la propuesta de diseño mecánico: mediante los conocimientos en diseño, desarrollar la propuesta elegida considerando las especificaciones del producto siguientes:

- Capacidad
- Condiciones de uso
- Estética
- Materiales
- Procesos
- Datos técnicos
- Montaje
- Vida útil
- Costos

Medidas correctivas: proponer las medidas correctivas en base a la propuesta de diseño del soporte porta antorcha y la influencia de estas en la ergonomía del puesto de trabajo con el fin de disminuir las posibilidades de enfermedades profesionales. Las medidas correctivas Eben ser socializadas por parte de la empresa al trabajador y mantenerlas en el tiempo.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTAS Y RESULTADOS ESPERADOS**

#### **Presentación de la propuesta**

El trabajo tiene como objetivo realizar la propuesta de diseño de un soporte porta antorcha de soldadura MIG para la estación de ensamble principal con la finalidad de eliminar o disminuir los riesgos ergonómicos por la actividad de soldadura de los operadores quienes refieren dolencias en ciertas extremidades y partes del cuerpo, además de que se espera que los tiempos de producción se ajusten a los establecidos al disminuir las pausas por descanso debido a la fatiga.

Respecto a los aspectos ergonómicos en caso de que se apruebe e implemente por parte de la empresa se realizarán las evaluaciones con los mismos métodos aplicado en la evaluación para su posterior comparación entre el antes y el después propuesto, como resultado se obtendrá mejoras en la forma de realizar las actividades después de realizar las respectivas capacitaciones y entrenamiento a los trabajadores.

#### **Propuestas del diseño mecánico**

A continuación, se presentan las opciones de diseño para el soporte porta antorcha de soldadura.

##### **Alternativa 1- Conjunto viga y trolley**

Este mecanismo está conformado por una estructura principal con una viga IPN o IPE donde se desplaza un trolley que sujeta el balancín que suspende la carga, este tipo de estructuras se ocupan en líneas de producción donde se requiere el desplazamiento horizontal y vertical de equipos pesados que no pueden ser manipulados directamente por el trabajador.

Para el desplazamiento horizontal se pueden utilizar rodamientos, carros de arrastre, entre otros, la selección depende de la carga y velocidad de desplazamiento a la que se van a someter para su actividad, mientras que para el desplazamiento vertical se utilizan balancines que se seleccionan de acuerdo con la carga a suspender

### **Figura 30**

*Mecanismo de suspensión de pistolas de soldadura*



*Nota.* Realizado por el investigador

### **Alternativa 2-Pescante giratorio de muro o columna**

El brazo de carga es utilizado en áreas de producción dónde se requiere el movimiento de carga en sentido vertical y desplazamiento angular, este diseño consiste en una estructura principal donde está sujeto el brazo que mediante algún mecanismo puede sujetar la carga y desplazarla. Dependiendo de la carga que va a mover el brazo se sujeta a la estructura para evitar que este se deforme y/o se desplome junto con la estructura principal.

Este sistema es recomendable en lugares donde la altura es limitada y se requiere de un mecanismo de carga.

### **Figura 31**

*Pescante giratorio de columna*



*Nota.* Realizado por el investigador

### **Figura 32**

*Pescante giratorio de muro*



*Nota.* Representación de pescante giratorio. Tomado de la página web

<https://es.fineworkcranes.com/>

### **Alternativa 3- Correas**

En este sistema se utiliza correas con carros de deslizamiento, estos carros pueden ser rodamientos o ruedas, su selección depende de la carga a desplazar, otra opción similar a las correas es el sistema de guías de puertas en el cual ya se tiene el juego completo pero la

limitación es la carga por soportar ya que estas guías son únicamente para desplazamiento de las puertas sin embargo como se observa en la figura 33 se utilizan para desplazar una herramienta neumática que pesa aproximadamente 0.5 kg.

Para el desplazamiento vertical se usan balancines de carga de acuerdo con el peso a sostener y se encuentran fácilmente en el mercado

### **Figura 33**

*Sistema de desplazamiento con correas*



*Nota.* Realizado por el investigador

### **Selección de alternativas**

Una vez que se ha revisado las alternativas para el soporte porta antorcha, considerando los elementos, la disponibilidad de espacio, los materiales y capacidad de carga, se realiza la selección de la alternativa que más se ajuste a las necesidades de la estación de trabajo.

Para la selección de la alternativa se consideran algunos criterios como: funcionalidad, construcción, obtención de materiales, el económico y espacio disponible para la instalación.

Se utiliza el método de calificación de alternativas en una escala del 1 al 10 en función de los criterios antes mencionados

**Tabla 4**

*Análisis de alternativas*

| <b>Ponderación</b> | <b>Criterio</b> | <b>Alternativa 1</b> | <b>Alternativa 2</b> | <b>Alternativa 3</b> |
|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 10                 | Funcionalidad   | 90                   | 60                   | 80                   |
| 8                  | Materiales      | 64                   | 64                   | 64                   |
| 7                  | Económico       | 35                   | 42                   | 63                   |
| 5                  | Espacio         | 35                   | 25                   | 45                   |
| 3                  | Construcción    | 18                   | 15                   | 27                   |
| <b>TOTAL</b>       |                 | <b>242</b>           | <b>206</b>           | <b>279</b>           |

*Nota.* Realizado por el investigador

Con el análisis realizado, se deduce que la alternativa de las correas es factible para los criterios antes definidos; por lo tanto, se procede con el diseño del soporte porta antorcha.

### **Diseño del soporte porta antorcha**

Consideraciones para el diseño:

- Longitud de desplazamiento horizontal del trabajador
- Altura del jig de ensamble.
- Longitud del cable de la antorcha:
- Materiales/equipos disponibles en el mercado local

Parámetros de diseño:

- Material: Acero A36;  $S_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
- Carga total del sistema.

El ensamble entre partes se planifica que sea mediante soldadura MIG por la facilidad, seguridad y accesibilidad de soldadoras y personal para hacerlo.

### **Análisis y selección de perfil para desplazamiento de la antorcha.**

$$P = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W = m * g$$

Donde:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$m_1 = 0.730 \text{ kg}$ ; masa del mecanismo de arrastre

$m_2 = 0.5 \text{ kg}$ ; masa del sistema de suspensión

$m_3 = 5.32 \text{ kg}$ ; masa de la antorcha de soldadura

Peso del sistema de arrastre

$$W_1 = 0.7 * 9.81$$

$$W_1 = 6.87 \text{ N}$$

Peso del sistema de suspensión

$$W_2 = 0.5 * 9.81$$

$$W_2 = 4.91 \text{ N}$$

Peso de la antorcha de soldadura

$$W_3 = 5.32 * 9.81$$

$$W_3 = 52.19 \text{ N}$$

Peso total,

$$P = 6.87 + 4.91 + 52.19$$

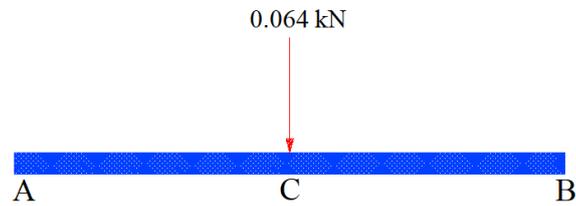
$$P = 63.97 \text{ N}$$

A continuación, se presentan el diagrama de cuerpo libre de la viga considerando que al estar soldada en sus extremos esta biempotrada y tiene una carga puntual en la sección central.

La longitud horizontal de desplazamiento es de 2.5 m

### Figura 34

Diagrama de esfuerzos 1



Nota. Elaborado por el investigador

Cálculo de momentos para el diagrama de momento flector:

Momento en A

$$\sum M_A = 0$$

$$M_B - M_C = 0$$

$$M_B = M_C$$

$$R_B * L = P * L/2$$

$$R_B = 0.5 * P$$

$$R_B = -31.99 \text{ N}$$

Por lo tanto

$$M_C = 79.96 \text{ Nm} \sim 80 \text{ Nm}$$

$$M_B = -80 \text{ Nm}$$

Momento en B

$$\sum M_B = 0$$

$$-M_A - M_C = 0$$

$$M_A = -M_C$$

$$R_A * L = -R_C * L/2$$

$$R_A = -0.5 * P$$

$$R_A = 31.99N$$

Por lo tanto

$$M_A = -80 N$$

Cálculo de esfuerzos para el diagrama de esfuerzo cortante

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B - R_C = 0$$

$$R_C = R_A + R_B$$

$$R_C = 0$$

Con el valor del momento máximo se procede al cálculo del módulo de sección para la selección del perfil que satisfaga las condiciones de diseño, la selección se la realiza en el catálogo de Dipac.

$$S_y = \frac{M_{max}}{Z}$$

Donde:

$S_y$ : Esfuerzo de fluencia del material A36

$M_{max}$ : Momento flector máximo

$Z$ : Módulo de sección

De la ecuación se despeja el módulo de sección

$$Z = \frac{M_{max}}{S_y}$$

$$Z = \frac{80 Nm}{248.193 \times 10^6 N/m^2}$$

$$Z = 3.22 \times 10^{-7} m^3$$

$$Z = 0.322 cm^3$$

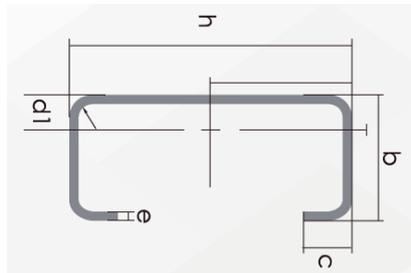
Con el valor del módulo de sección calculado se escoge del catálogo de DIPAC (Anexo 1) la correa G 80x50x15x2 con módulo de resistencia  $W_y = 4.57 \text{ cm}^3$  se escoge este perfil porque cumple con los requerimientos y por su geometría permite la fácil colocación del carro de arrastre que realizará el desplazamiento de la antorcha a lo largo de la estación de ensamble.

$$S_y (\text{tabla}) = 5.79 \text{ cm}^3$$

$$M_{max} = 8000 \text{ Ncm}$$

### Figura 35

Correa G



Nota. Obtenido del Catálogo de DIPAC

### Cálculo del factor de seguridad

Esfuerzo de fluencia

$$\sigma_f = \frac{M_{max}}{S_y (\text{tabla})}$$

$$\sigma_f = \frac{8000 \text{ Ncm}}{4.57 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_f = 1750.54 \text{ N/cm}^2$$

Factor de seguridad

$$\sigma_f = \frac{S_y (A36)}{n}$$

$$n = \frac{248.193 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{1750.54 \text{ N/m}^2}$$

$$n = 14.2$$

### Cálculo de rigidez

Para garantizar el diseño se calcula la rigidez del perfil seleccionado, de acuerdo con la AISC la deflexión máxima debe ser menor a  $L/360$ , donde  $L$  es 2.5 m.

Para la viga escogida y por la carga empleada se asumen 2 tramos iguales en la viga de longitud  $L/2$  en el tramo AC.

$$Y_{max} = \frac{qL^3}{24EI}$$

Donde:

$Y_{max}$  = Deformación máxima

$P = 63.97$  N; Carga

$L = 125$  cm; longitud

$E = 1.99948 \times 10^5$  N/cm<sup>2</sup>; Módulo de elasticidad

$I = 13.55$  cm<sup>4</sup>; Momento de inercia

$$Y_{max} = \frac{63.97(125)^3}{192 * 1.99948 \times 10^5 * 13.55}$$

$$Y_{max} = 1.64E - 11$$

$$Y_{max} < \frac{L}{360}$$

$$Y_{max} < \frac{125}{360}$$

$$0.240 < 0.347$$

Con el valor calculado se confirma que el perfil seleccionado cumplirá de manera satisfactoria las demandas de carga a soportar en el funcionamiento.

### Análisis y selección de vigas para la estructura principal.

$$P_1 = P + W_4$$

$$W = m * g$$

Donde:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$P = 63.97 \text{ N}$$

$m_4 = 6.95 \text{ kg}$ ; masa de la viga elegida

$$W_4 = 6.95 * 9.81$$

$$W_1 = 68.18 \text{ N}$$

Peso total,

$$PT = 63.97 + 68.18$$

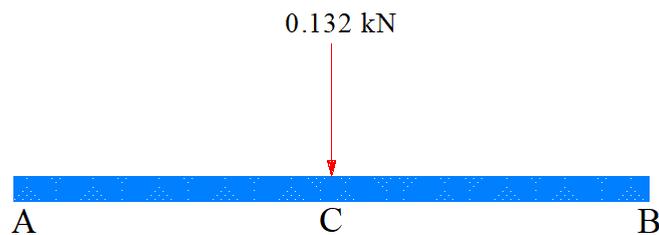
$$PT = 132.14 \text{ N}$$

A continuación, se presentan el diagrama de cuerpo libre de la viga considerando que al estar soldada en sus extremos esta biempotrada y tiene una carga puntual en la sección central.

La longitud para considerar es de 1 m

### Figura 36

Diagrama de esfuerzos 2



Nota. Elaborado por el investigador

$$\sum M_A = 0$$

$$M_B - M_C = 0$$

$$M_B = M_C$$

$$R_B * L = PT * L/2$$

$$R_B = 0.5 * PT$$

$$R_B = 0.5 * 132.15 N$$

$$R_B = 66.07 N$$

Por lo tanto

$$M_C = 132.15 * 0.5$$

$$M_C = 66.07 Nm$$

$$M_B = -66.07 Nm$$

Momento en B

$$\sum M_B = 0$$

$$-M_A - M_C = 0$$

$$M_A = -M_C$$

$$R_A * L = -R_C * L/2$$

$$R_A = -0.5 * PT$$

$$R_A = -66.07 N$$

Por lo tanto

$$M_A = -66.07 Nm$$

Cálculo de esfuerzos para el diagrama de esfuerzo cortante

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B - R_C = 0$$

$$R_C = R_A + R_B$$

Con el valor del momento máximo se procede al cálculo del módulo de sección para la selección del perfil que satisfaga las condiciones de diseño, la selección se la realiza en el catálogo de Dipac.

$$S_y = \frac{M_{max}}{Z}$$

Donde:

$S_y$ : Resistencia a la fluencia del material A36

$M_{max}$ : Momento flector máximo

$Z$ : Módulo de sección

De la ecuación se despeja el módulo de sección

$$Z = \frac{M_{max}}{S_y}$$

$$Z = \frac{66.07 \text{ N/m}}{248.193 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$Z = 2.662 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$Z = 0.266 \text{ cm}^3$$

Con el módulo de sección calculado se escoge del catálogo de DIPAC (Anexo 2) el tubo cuadrado de A: 50 mm, e=2 mm  $W = 5.65 \text{ cm}^3$  se escoge este perfil porque cumple con los requerimientos y permitirá el ensamble de la estructura con mayor facilidad debido a que el proceso para unir las partes es mediante soldadura y no se requieren características geométricas especiales para optar por otro perfil. Este mismo perfil se utilizará para las otras 2 vigas del soporte por facilidad de ensamble y porque estas no van a soportar ninguna carga.

### **Cálculo de rigidez**

Para garantizar el diseño se calcula la rigidez del perfil seleccionado, de acuerdo con la AISC la deflexión máxima debe ser menor a  $L/360$ , donde L es 1 m. (Alfredo, 2019)

Para la viga escogida y por la carga empleada se asumen 2 tramos iguales en la viga de longitud  $L/2$  en el tramo AC.

$$Y_{max} = \frac{qL^3}{24EI}$$

Donde:

$Y_{max}$  = Deformación máxima

PT =132.14 N; Carga

L =100 cm; longitud

E =1.99948x10<sup>5</sup> N/cm<sup>2</sup>; Módulo de elasticidad

I =14.13 cm<sup>4</sup>; Momento de inercia

$$Y_{max} = \frac{63.97(125)^3}{192 * 1.99948x10^5 * 13.55}$$

$$Y_{max} = 1.64E - 11$$

$$Y_{max} < \frac{L}{360}$$

$$Y_{max} < \frac{125}{360}$$

$$0.243 < 0.347$$

Con el valor calculado se confirma que el perfil seleccionado cumplirá de manera satisfactoria las demandas de carga a soportar en el funcionamiento.

Con los cálculos obtenidos se procede a diseñar el soporte porta antorchar en el programa Solidwork.

### **Esquema del sistema de desplazamiento**

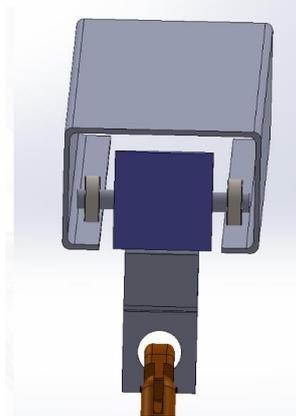
El sistema de desplazamiento consta de lo siguiente:

- 2 rodamientos
- Un cuerpo metálico para sostener el balancín consta de 2 partes
- 1 mosquetón

- 1 balancín de carga

### **Figura 37**

*Sistema de desplazamiento para la antorcha de soldadura*



*Nota.* Realizado por el investigador.

### **Rodamientos**

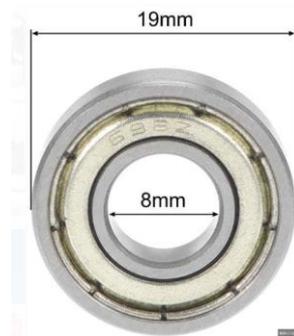
Para la selección de rodamientos se considera las características de la correa G seleccionada donde se van a desplazar los rodamientos, la superficie donde se va a desplazar, velocidad de desplazamiento y carga a soportar.

El diámetro externo del rodamiento debe ser de un máximo de 50 mm y el ancho del rodamiento de máximo 15 mm. Anexos 4

Catálogo de rodamientos SKF

### **Figura 38**

*Rodamiento de bola 6003ZZ*



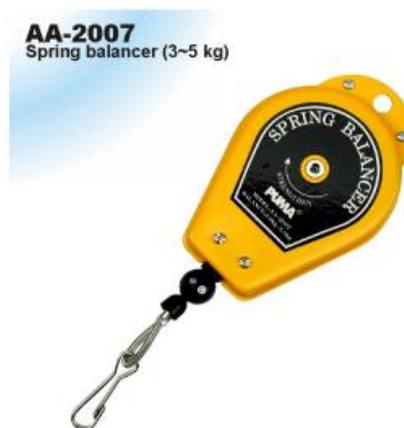
*Nota.* Tomado del catálogo de SKF

### **Balancín de carga**

Para la selección del balancín de carga se considera la factibilidad de ensamble con el resto de los componentes del sistema de suspensión de la antorcha y el peso total que debe soportar, este peso corresponde a 3.7 kg del peso de la antorcha. En el anexo 5 se muestra la tabla para la selección optando por el de capacidad de 3 a 5 kg.

### **Figura 39**

*Balancín de carga*



*Nota.* Adaptado del catálogo de Spring Balancer

### **Mosquetón**

El mosquetón seleccionado tiene capacidad para 52.19 N que corresponden al peso e la antorcha de soldadura. Anexo 3

Mosquetón

## Figura 40

*Mosquetón*



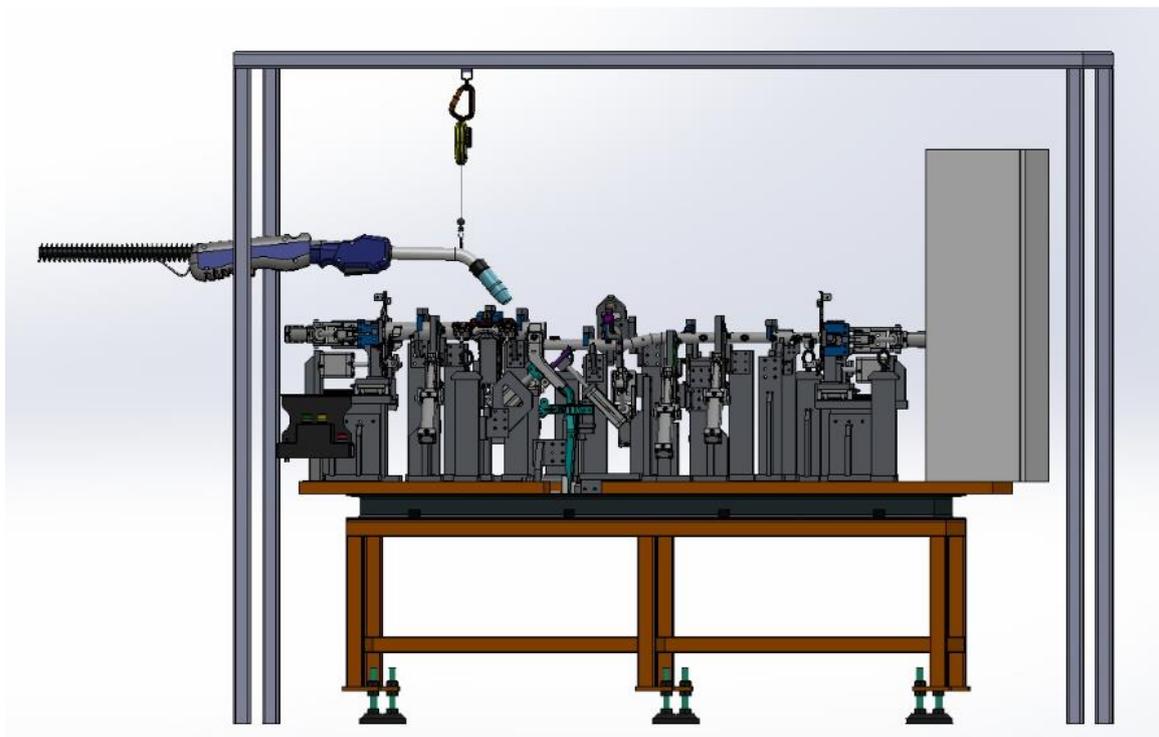
*Nota.* Tomado de la página de Amazon

## Esquema del puesto de trabajo con el soporte porta antorcha de soldadura

A continuación, se presenta el esquema del soporte porta antorcha junto con el jig de ensamble a la misma escala, se observa que el soporte no interfiere con el jig de ensamble y el tablero eléctrico dando el espacio para que la persona puede realizar sus actividades

## Figura 41

*Esquema del sistema porta antorcha en el puesto de trabajo*



*Nota.* Elaborado por el investigador

## Esquema de la estructura porta antorcha de soldadura

En la figura 42 se muestra el soporte porta antorcha con el sistema de suspensión diseñado.

**Figura 42**

*Estructura porta antorcha de soldadura*



*Nota.* Elaborado por el investigador

## Cronograma de actividades

A continuación, se presenta en la Tabla 4 el cronograma de actividades considerando que desde el punto 3 se puede realizar únicamente si la empresa prueba el proyecto propuesto

**Tabla 5**

*Cronograma de actividades*

| <b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> |   |                    |                 |                 |                 |
|----------------------------------|---|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Item</b>                      | <b>Actividad</b>  | <b>Agosto 2023</b> |                 |                 |                 |
|                                  |   | <b>Semana 1</b>    | <b>Semana 2</b> | <b>Semana 3</b> | <b>Semana 4</b> |
| 1                                | Revisión de la propuesta por parte de la empresa<br>Metalmecánica | X                  |                 |                 |                 |
| 2                                | Aprobación del proyecto por parte de la empresa                   | X                  |                 |                 |                 |
| 3                                | Compra de materiales y productos                                  |                    | X               |                 |                 |
| 4                                | Construcción del soporte  |                    |                 | X               |                 |
| 5                                | Instalación del soporte   |                    |                 | X               |                 |
| 6                                | Indicaciones de uso a los trabajadores                            |                    |                 |                 | X               |
| 7                                | Indicaciones de ejercicios de calistenia                          |                    |                 |                 | X               |

*Nota.* Elaborado por el investigador

### **Análisis de costos**

En la tabla 5 se presentan los costos de materiales y mano de obra para la fabricación del soporte porta antorcha.

**Tabla 6**

*Análisis de costos*

| <b>Item</b> | <b>Descripción</b>                                     | <b>Cantidad</b> | <b>Costo</b> | <b>Total</b>   |
|-------------|--|-----------------|--------------|----------------|
| 1           | Tubo cuadrado de 50X50X2 mm.<br>Longitud= 6 metros     | 3               | \$33.00      | \$99.00        |
| 2           | Perfil estructural G 80X50X15X2MM 2.5 metros           | 1               | \$14.00      | \$14.00        |
| 3           | Placas de acero A36 de 150X150X4 mm                    | 4               | \$5.00       | \$20.00        |
| 4           | Pernos de anclaje 3/8 pulg                             | 16              | \$1.00       | \$16.00        |
| 5           | Placa de acero A36 de 40X40X3 mm                       | 1               | \$7.50       | \$7.50         |
| 6           | Eje de acero A36 de diámetro de 10 mm y largo de 70 mm | 1               | \$2.00       | \$2.00         |
| 7           | Rodamiento 6003-ZZ                                     | 2               | \$12.00      | \$24.00        |
| 8           | Lámina de acero de 170X30X1 mm                         | 1               | \$8.00       | \$8.00         |
| 9           | Mosquetón 9KN  | 1               | \$19.95      | \$19.95        |
| 10          | Balancín pluma AA307 DE 3 A 5KG                        | 1               | \$102.13     | \$102.13       |
| 11          | Servicio de corte laser                                | 1               | \$30.00      | \$30.00        |
| 12          | Servicio de doblado                                    | 1               | \$30.00      | \$30.00        |
| 13          | Pintura anticorrosiva amarilla                         | 1               | \$28.00      | \$28.00        |
| 14          | Thiñer 1 litro   | 1               | \$6.00       | \$6.00         |
| 15          | Whipes   | 30              | \$0.10       | \$3.00         |
| 16          | Perno M10X1.5X20                                       | 1               | \$0.40       | \$0.40         |
| 17          | Mano de obra por 10 horas                              | 10              | \$6.00       | \$60.00        |
|             |  |                 | <b>TOTAL</b> | <b>\$470.0</b> |

*Nota.* Elaborado por el investigado

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Mediante la evaluación a los trabajadores con el cuestionario Nórdico de Kourinca se identificó que ellos presentan incomodidad y dolencias en ciertas partes del cuerpo; mediante la evaluación con el método Check List Ocra se calculó el índice ICKL que indica que el nivel de riesgo es inaceptable medio; con el método GINSHT se calculó el peso aceptable para compararlo con el peso real que manipula el trabajador y se concluyó que es inaceptable debido a que el peso aceptable es de 5.52 kg y el peso real es de 5.32 kg. Por lo tanto, deben tomar medidas correctivas.
- Durante el desarrollo de un nuevo proyecto se deben considerar aspectos de seguridad y ergonomía porque van de la mano con la productividad, si un puesto de trabajo no cumple con aspectos ergonómicos genera mayor cansancio al trabajador y por lo tanto menos productividad, si bien es cierto puede aumentar los costos del proyecto, el no considerar la ergonomía puede causar que los tiempos de producción no se cumplan de acuerdo con los establecidos y disminuir la rentabilidad del producto al incrementar el costo debido al aumento de horas de producción.
- Para el diseño del soporte porta antorcha se consideraron productos disponibles en el mercado local y los precios más accesibles para que la propuesta sea factible de implementar, al ser una empresa metalmecánica se dispone de material sobrante que cumple con las

especificaciones de diseño calculadas por lo tanto los costos pueden disminuir siendo así más atractiva la implementación de la propuesta de soporte porta antorcha.

### **Recomendaciones**

- Implementar un ítem de verificación que haga referencia a seguridad y ergonomía en el proceso de desarrollo y aprobación del proyecto para que se consideren estos aspectos que pueden perjudicar al trabajador y a la empresa si se los pasa por alto ya que a corto o largo plazo van a ser evidenciados.
- Analizar los aspectos ergonómicos en los puestos de trabajo en los que los trabajadores indiquen que se presentan molestias para determinar si se requiere o no de medidas correctivas en pro de los trabajadores y de la empresa.
- Implementar el soporte porta antorcha en la estación de trabajo, misma que puede ser reutilizada para el ensamble de barras de otros modelos que la empresa tiene en su planificación de productos a integración en el año 2023 e inicios del año 2024.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfredo, C. L. (2019). *DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA*.
- Belloví, M. B. (2008). *ERGONOMIA*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Cadenas, A. (2018). *Soldadura y Corte de los Aceros Inoxidables*. Asociación para la Investigación y Desarrollo del Acero. <https://doi.org/M-9358-2018>
- Ergonautas. (2015). *Ergonautas UPV*. <https://www.ergonautas.upv.es/>
- Generalis, G. (2007). Productivity and Ergonomics: A Strong Relationship Leading to Best Working Results. *European Journal of Social Sciences*, 5(1), 8.
- Kuorinka .I, J. B.-S. (1987). Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., ... & Nordander, C. *Applied ergonomics*.
- Ministerio de Producción Comercio Exterior, I. y. (26 de Enero de 2023). *INEC*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2023/01/Boletin-Cifras-ProductivasENE2023.pdf>
- Palacios Guevara, L. E. (2021). *DISEÑO ERGONÓMICO Y DE BIOSEGURIDAD PARA UN CENTRO DE ESTIMULACIÓN TEMPRANA*.
- Salud, O. P. (31 de Mayo de 2022). *PANORAMA NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES*. Ministerio de Salud Pública: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Panorama-Nacional-de-Salud-de-los-Trabajadores-Encuesta-de-Condiciones-de-Trabajo-y-Salud-2021-2022.pdf>
- Trabajo, I. N. (Noviembre de 2022). *Ergonomía y Psicología aplicada*. <https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Parte+4.+Ergonom%C3%ADa+y+psicolog%C3%ADa+aplicada+FINAL.pdf>



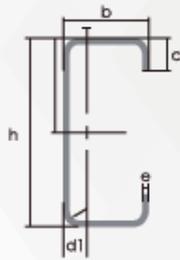
## Anexos 1

### Perfiles estructurales correas "G" (CATALOGO DIPAC)



#### Especificaciones Generales:

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>Norma:</b>        | NTE INEN 1623              |
| <b>Calidad:</b>      | ASTM A36 - SAE J 403 1008  |
| <b>Largo Normal:</b> | 6.00m y medidas especiales |
| <b>Espesores:</b>    | Desde 2mm - 12mm           |
| <b>Acabado:</b>      | Acero negro y galvanizado  |



Dimensiones exteriores a la sección transversal.  
Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00 mm  
Radio de curvatura interior igual a 2e para espesores de 6,00 mm o mayores

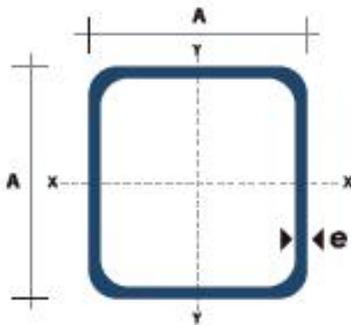
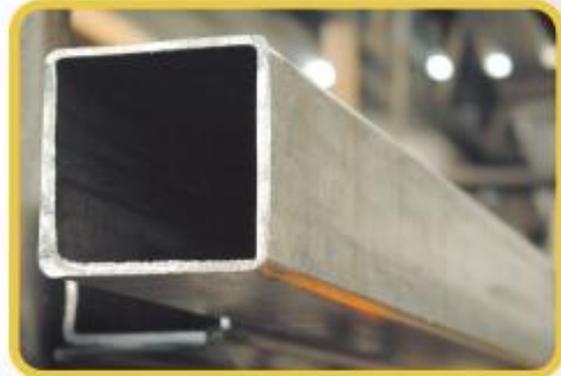
| Designación   | Dimensiones |     |    |    | Masa<br>Kg/m | A<br>cm <sup>2</sup> | d1<br>cm | Momento de inercia |                 | Módulo resistente |                 | Radio de giro |      |
|---------------|-------------|-----|----|----|--------------|----------------------|----------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|---------------|------|
|               | h           | b   | c  | e  |              |                      |          | Ix                 | Iy              | Wx                | Wy              | ix            | Iy   |
|               | mm          | mm  | mm | mm |              |                      |          | cm <sup>4</sup>    | cm <sup>4</sup> | cm <sup>3</sup>   | cm <sup>3</sup> | cm            | cm   |
| G 60x30x10x2  | 60          | 30  | 10 | 2  | 1,96         | 2,54                 | 1,44     | 14,88              | 5,28            | 4,9               | 2,74            | 2,42          | 1,44 |
| G 80x40x15x2  | 80          | 40  | 15 | 2  | 2,75         | 3,54                 | 1,46     | 35,25              | 8,07            | 8,81              | 3,18            | 3,16          | 1,51 |
| G 80x40x15x3  | 80          | 40  | 15 | 3  | 3,95         | 5,11                 | 1,46     | 49,04              | 10,85           | 12,26             | 4,27            | 3,1           | 1,46 |
| G 80x50x15x2  | 80          | 50  | 15 | 2  | 3,06         | 3,88                 | 1,46     | 41,11              | 13,55           | 10,28             | 4,34            | 3,23          | 1,88 |
| G100x50x15x2  | 100         | 50  | 15 | 2  | 3,38         | 4,34                 | 1,73     | 69,24              | 14,98           | 13,85             | 4,57            | 4,00          | 1,86 |
| G100x50x15x3  | 100         | 50  | 15 | 3  | 4,89         | 6,31                 | 1,72     | 97,78              | 20,51           | 19,56             | 6,25            | 3,94          | 1,8  |
| G100x50x15x4  | 100         | 50  | 15 | 4  | 6,29         | 8,15                 | 1,71     | 122,5              | 24,85           | 24,49             | 7,55            | 3,88          | 1,75 |
| G100x50x20x4  | 100         | 50  | 20 | 4  | 6,60         | 8,55                 | 1,85     | 126,7              | 28,5            | 25,34             | 9,05            | 3,85          | 1,83 |
| G100x50x25x5  | 100         | 50  | 25 | 5  | 8,35         | 10,86                | 1,98     | 152,51             | 36,52           | 30,5              | 12,09           | 3,75          | 1,83 |
| G125x50x15x2  | 125         | 50  | 15 | 2  | 3,77         | 4,84                 | 1,56     | 116,4              | 16,16           | 18,63             | 4,69            | 4,91          | 1,83 |
| G125x50x15x3  | 125         | 50  | 15 | 3  | 5,48         | 7,06                 | 1,55     | 165,5              | 22,16           | 26,48             | 6,43            | 4,84          | 1,77 |
| G125x50x15x4  | 125         | 50  | 15 | 4  | 7,07         | 9,15                 | 1,54     | 208,7              | 26,88           | 33,39             | 7,78            | 4,78          | 1,71 |
| G125x50x15x5  | 125         | 50  | 15 | 5  | 8,55         | 11,11                | 1,54     | 246,2              | 30,41           | 39,39             | 8,78            | 4,71          | 1,65 |
| G125x50x50x4  | 125         | 50  | 20 | 4  | 7,39         | 9,55                 | 1,68     | 217                | 30,9            | 34,7              | 9,32            | 4,77          | 1,8  |
| G125x50x25x5  | 125         | 50  | 25 | 5  | 9,33         | 12,11                | 1,8      | 264,3              | 39,88           | 42,29             | 12,46           | 4,67          | 1,82 |
| G125x50x30x6  | 125         | 50  | 30 | 6  | 11,32        | 14,73                | 1,92     | 307,1              | 48,69           | 49,14             | 15,81           | 4,56          | 1,81 |
| G150x50x15x2  | 150         | 50  | 15 | 2  | 4,16         | 5,34                 | 1,42     | 178,7              | 17,13           | 23,83             | 4,78            | 5,79          | 1,79 |
| G150x50x15x3  | 150         | 50  | 15 | 3  | 6,07         | 7,81                 | 1,42     | 255,2              | 23,49           | 34,03             | 6,56            | 5,72          | 1,73 |
| G150x50x15x4  | 150         | 50  | 15 | 4  | 7,86         | 10,15                | 1,41     | 323,5              | 28,51           | 43,13             | 7,95            | 5,65          | 1,68 |
| G150x50x15x5  | 150         | 50  | 15 | 5  | 9,53         | 12,36                | 1,41     | 383,6              | 32,27           | 51,15             | 8,98            | 5,57          | 1,62 |
| G150x50x20x4  | 150         | 50  | 20 | 4  | 8,17         | 10,5                 | 1,54     | 337                | 32,9            | 44,9              | 9,52            | 5,65          | 1,77 |
| G150x75x25x5  | 150         | 75  | 25 | 5  | 12,28        | 15,86                | 2,65     | 545,4              | 117,2           | 72,71             | 24,17           | 5,86          | 2,72 |
| G150x75x30x6  | 150         | 75  | 30 | 6  | 14,86        | 19,23                | 2,78     | 641,4              | 144,5           | 85,52             | 30,57           | 5,77          | 2,74 |
| G175x50x15x2  | 175         | 50  | 15 | 2  | 4,56         | 5,84                 | 1,31     | 257,7              | 17,92           | 29,45             | 4,85            | 6,64          | 1,75 |
| G175x50x15x3  | 175         | 50  | 15 | 3  | 6,66         | 8,56                 | 1,31     | 369,4              | 24,59           | 42,22             | 6,66            | 6,57          | 1,7  |
| G175x50x15x4  | 175         | 50  | 15 | 4  | 8,64         | 11,15                | 1,3      | 470,0              | 29,85           | 53,71             | 8,07            | 6,49          | 1,64 |
| G175x50x15x5  | 175         | 50  | 15 | 5  | 10,51        | 13,61                | 1,3      | 559,7              | 33,79           | 63,97             | 9,14            | 6,41          | 1,58 |
| G175x75x25x4  | 175         | 75  | 25 | 4  | 10,84        | 13,9                 | 2,48     | 653,0              | 105             | 74,6              | 20,9            | 6,84          | 2,75 |
| G175x75x25x5  | 175         | 75  | 25 | 5  | 13,26        | 17,11                | 2,47     | 786,0              | 123,9           | 89,82             | 24,63           | 6,78          | 2,69 |
| G175x75x30x6  | 175         | 75  | 30 | 6  | 16,03        | 20,73                | 2,6      | 929,4              | 152,8           | 106,2             | 31,19           | 6,7           | 2,72 |
| G200x50x15x2  | 200         | 50  | 15 | 2  | 4,95         | 6,34                 | 1,21     | 354,9              | 18,59           | 35,49             | 4,91            | 7,48          | 1,71 |
| G200x50x15x3  | 200         | 50  | 15 | 3  | 7,25         | 9,31                 | 1,21     | 510,3              | 25,51           | 51,03             | 6,73            | 7,4           | 1,66 |
| G200x50x15x4  | 200         | 50  | 15 | 4  | 9,43         | 12,15                | 1,21     | 651,4              | 30,96           | 65,14             | 8,18            | 7,32          | 1,6  |
| G200x50x15x5  | 200         | 50  | 15 | 5  | 11,49        | 14,86                | 1,21     | 778,3              | 35,06           | 77,83             | 9,26            | 7,24          | 1,54 |
| G200x75x25x4  | 200         | 75  | 25 | 4  | 11,63        | 14,9                 | 2,32     | 895,0              | 110,0           | 89,50             | 21,3            | 7,64          | 2,71 |
| G200x75x25x5  | 200         | 75  | 25 | 5  | 14,24        | 18,37                | 2,32     | 1080,0             | 129,6           | 108,0             | 25,02           | 7,67          | 2,66 |
| G200x75x30x6  | 200         | 75  | 30 | 6  | 17,21        | 22,23                | 2,45     | 1282,0             | 160,2           | 128,2             | 31,73           | 7,59          | 2,68 |
| G250x75x25x4  | 250         | 75  | 25 | 4  | 13,20        | 6,90                 | 2,07     | 1520,0             | 118,0           | 122,0             | 21,7            | 9,48          | 2,64 |
| G250x100x25x5 | 250         | 100 | 25 | 5  | 18,17        | 23,36                | 2,73     | 2219,0             | 285,3           | 177,5             | 39,24           | 9,75          | 3,49 |
| G250x100x30x6 | 250         | 100 | 30 | 6  | 21,92        | 8,23                 | 3,1      | 2647,0             | 383,5           | 219,8             | 55,58           | 9,68          | 3,69 |
| G300x100x30x4 | 300         | 100 | 30 | 4  | 16,65        | 21,3                 | 2,84     | 2860,0             | 274,0           | 191,0             | 38,3            | 11,6          | 3,58 |
| G300x100x35x5 | 300         | 100 | 35 | 5  | 20,91        | 26,9                 | 2,97     | 3560,0             | 351,0           | 237,0             | 49,9            | 11,5          | 3,62 |
| G300x100x35x6 | 300         | 100 | 35 | 6  | 24,75        | 31,8                 | 2,96     | 4170,0             | 404,0           | 278,0             | 57,4            | 11,4          | 3,56 |

## Anexo 2

### Tubo estructural cuadrado

#### Especificaciones Generales:

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>Norma:</b>        | NTE INEN 2415              |
| <b>Calidad:</b>      | SAE J 403 1008             |
| <b>Acabado:</b>      | Acero negro o Galvanizado  |
| <b>Largo Normal:</b> | 6.00m y medidas especiales |
| <b>Dimensiones:</b>  | Desde 20mm a 100mm         |
| <b>Espesores:</b>    | Desde 1,20mm a 5,00mm      |



| Dimensiones |                   |              | Área                    | Ejes X-Xe Y-Y        |                      |                      |
|-------------|-------------------|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A<br>mm     | Espesor<br>mm (e) | Peso<br>Kg/m | Área<br>cm <sup>2</sup> | I<br>cm <sup>4</sup> | W<br>cm <sup>3</sup> | I<br>cm <sup>3</sup> |
| 20          | 1,2               | 0,72         | 0,90                    | 0,53                 | 0,53                 | 0,77                 |
| 20          | 1,5               | 0,88         | 1,05                    | 0,58                 | 0,58                 | 0,74                 |
| 20          | 2,0               | 1,15         | 1,34                    | 0,69                 | 0,69                 | 0,72                 |
| 25          | 1,2               | 0,90         | 1,14                    | 1,08                 | 0,87                 | 0,97                 |
| 25          | 1,5               | 1,12         | 1,35                    | 1,21                 | 0,97                 | 0,95                 |
| 25          | 2,0               | 1,47         | 1,74                    | 1,48                 | 1,18                 | 0,92                 |
| 30          | 1,2               | 1,09         | 1,38                    | 1,91                 | 1,28                 | 1,18                 |
| 30          | 1,5               | 1,35         | 1,65                    | 2,19                 | 1,46                 | 1,15                 |
| 30          | 2,0               | 1,78         | 2,14                    | 2,71                 | 1,81                 | 1,13                 |
| 40          | 1,2               | 1,47         | 1,80                    | 4,38                 | 2,19                 | 1,25                 |
| 40          | 1,5               | 1,82         | 2,25                    | 5,48                 | 2,74                 | 1,56                 |
| 40          | 2,0               | 2,41         | 2,94                    | 6,93                 | 3,46                 | 1,54                 |
| 40          | 3,0               | 3,54         | 4,44                    | 10,20                | 5,10                 | 1,52                 |
| 50          | 1,5               | 2,29         | 2,85                    | 11,06                | 4,42                 | 1,97                 |
| 50          | 2,0               | 3,03         | 3,74                    | 14,13                | 5,85                 | 1,94                 |
| 50          | 3,0               | 4,48         | 5,81                    | 21,20                | 4,48                 | 1,91                 |
| 60          | 2,0               | 3,66         | 3,74                    | 21,26                | 7,09                 | 2,39                 |
| 60          | 3,0               | 5,42         | 6,81                    | 35,06                | 11,69                | 2,34                 |
| 75          | 2,0               | 4,52         | 5,74                    | 50,47                | 13,46                | 2,97                 |
| 75          | 3,0               | 6,71         | 8,41                    | 71,54                | 19,08                | 2,92                 |
| 75          | 4,0               | 8,59         | 10,95                   | 89,98                | 24,00                | 2,87                 |
| 100         | 2,0               | 6,17         | 7,74                    | 122,99               | 24,60                | 3,99                 |
| 100         | 3,0               | 9,17         | 11,41                   | 176,95               | 35,39                | 3,94                 |
| 100         | 4,0               | 12,13        | 14,95                   | 226,09               | 45,22                | 3,89                 |
| 100         | 5,0               | 14,40        | 18,36                   | 270,57               | 54,11                | 3,84                 |

## Anexo 3

### Mosquetón



Peso: 88 g

Eje mayor: 24 kN

Eje menor: 8 kN

Puerta abierta: 9 kN

Espacio libre de la puerta (Super Tech Straight): 21 mm

Espacio libre de la puerta (Super Tech Bent): 23 mm

Material: aluminio

Certificación: tipo CE EN 12275 K, B, H

forjado en caliente

Declaración de conformidad:

[Descargue el PDF: CE-Declaration-Sling-12mm](#)

[Descargue el PDF: CE-Declaration-Super-Tech-Bent](#)

[Descargue el PDF: CE-Declaration-Super-Tech-Straight](#)

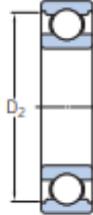
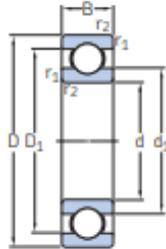
Hecho en Taiwán

## Anexos 4

### Catálogo de rodamientos SKF

#### 1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas d 15 – 17 mm

1.1



2Z



2RSL



2RZ



2RS1



2RS1



2RSH

| Dimensiones principales |    |      | Capacidad de carga básica |                            | Carga límite de fatiga | Velocidades nominales   |                                | Masa         | Designaciones                              |                                 |
|-------------------------|----|------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------|--|---------------------------------|
| d                       | D  | B    | dinámica<br>C             | estática<br>C <sub>0</sub> | P <sub>u</sub>         | Velocidad de referencia | Velocidad límite <sup>1)</sup> |              | Rodamiento abierto o tapado en ambos lados | tapado en un lado <sup>1)</sup> |
| mm                      |    |      | kN                        |                            | kN                     | r. p. m.                |                                | kg           | –  |                                 |
| 15<br>cont.             | 32 | 9    | 5,85                      | 2,85                       | 0,12                   | 50 000                  | 26 000                         | 0,032        | ▶ 6002-2Z                                  | 6002-Z                          |
|                         | 32 | 13   | 5,59                      | 2,85                       | 0,12                   | –                       | 14 000                         | 0,039        | ▶ 63002-2RS1                               | –                               |
|                         | 35 | 11   | 8,06                      | 3,75                       | 0,16                   | 43 000                  | 28 000                         | 0,045        | ▶ 6202                                     | –                               |
|                         | 35 | 11   | 8,06                      | 3,75                       | 0,16                   | –                       | 13 000                         | 0,046        | ▶ 6202-2RSH                                | 6202-RSH                        |
|                         | 35 | 11   | 8,06                      | 3,75                       | 0,16                   | 43 000                  | 22 000                         | 0,046        | ▶ 6202-2RSL                                | 6202-RSL                        |
|                         | 35 | 11   | 8,06                      | 3,75                       | 0,16                   | 43 000                  | 22 000                         | 0,048        | ▶ 6202-2Z                                  | 6202-Z                          |
|                         | 35 | 14   | 7,8                       | 3,75                       | 0,16                   | –                       | 13 000                         | 0,054        | ▶ 62202-2RS1                               | –                               |
|                         | 42 | 13   | 11,9                      | 5,4                        | 0,228                  | 38 000                  | 24 000                         | 0,082        | ▶ 6302                                     | –                               |
|                         | 42 | 13   | 11,9                      | 5,4                        | 0,228                  | –                       | 12 000                         | 0,085        | ▶ 6302-2RSH                                | 6302-RSH                        |
|                         | 42 | 13   | 11,9                      | 5,4                        | 0,228                  | 38 000                  | 19 000                         | 0,085        | ▶ 6302-2RSL                                | 6302-RSL                        |
|                         | 42 | 13   | 11,9                      | 5,4                        | 0,228                  | 38 000                  | 19 000                         | 0,086        | ▶ 6302-2Z                                  | 6302-Z                          |
|                         | 42 | 17   | 11,4                      | 5,4                        | 0,228                  | –                       | 12 000                         | 0,11         | ▶ 62302-2RS1                               | –                               |
| 17                      | 52 | 7    | 4,49                      | 3,75                       | 0,16                   | –                       | 7 500                          | 0,034        | ▶ 61808-2RS1                               | –                               |
|                         | 26 | 5    | 2,03                      | 1,27                       | 0,054                  | –                       | 16 000                         | 0,0082       | ▶ 61803-2RS1                               | –                               |
|                         | 26 | 5    | 2,03                      | 1,27                       | 0,054                  | 56 000                  | 28 000                         | 0,0082       | ▶ 61803-2RZ                                | –                               |
|                         | 26 | 5    | 2,03                      | 1,27                       | 0,054                  | 56 000                  | 28 000                         | 0,0082       | ▶ 61803-2Z                                 | –                               |
|                         | 26 | 5    | 2,03                      | 1,27                       | 0,054                  | 56 000                  | 34 000                         | 0,0075       | ▶ 61803                                    | –                               |
|                         | 30 | 7    | 4,62                      | 2,55                       | 0,108                  | –                       | 14 000                         | 0,017        | ▶ 61903-2RS1                               | –                               |
|                         | 30 | 7    | 4,62                      | 2,55                       | 0,108                  | 50 000                  | 26 000                         | 0,017        | ▶ 61903-2Z                                 | –                               |
|                         | 30 | 7    | 4,62                      | 2,55                       | 0,108                  | 50 000                  | 26 000                         | 0,018        | ▶ 61903-2RZ                                | –                               |
|                         | 30 | 7    | 4,62                      | 2,55                       | 0,108                  | 50 000                  | 32 000                         | 0,016        | ▶ 61903                                    | –                               |
|                         | 35 | 8    | 6,37                      | 3,25                       | 0,137                  | 45 000                  | 22 000                         | 0,032        | ▶ 16003-2Z                                 | –                               |
|                         | 35 | 8    | 6,37                      | 3,25                       | 0,137                  | 45 000                  | 28 000                         | 0,031        | ▶ 16003                                    | –                               |
|                         | 35 | 10   | 6,37                      | 3,25                       | 0,137                  | 45 000                  | 28 000                         | 0,038        | ▶ 6003                                     | –                               |
|                         | 35 | 10   | 6,37                      | 3,25                       | 0,137                  | –                       | 13 000                         | 0,039        | ▶ 6003-2RSH                                | 6003-RSH                        |
|                         | 35 | 10   | 6,37                      | 3,25                       | 0,137                  | 45 000                  | 22 000                         | 0,039        | ▶ 6003-2RS1                                | 6003-RSL                        |
|                         | 35 | 10   | 6,37                      | 3,25                       | 0,137                  | 45 000                  | 22 000                         | 0,041        | ▶ 6003-2Z                                  | 6003-Z                          |
| 35                      | 14 | 6,05 | 3,25                      | 0,137                      | –                      | 13 000                  | 0,052                          | ▶ 63003-2RS1 | –  |                                 |

## Anexo 5

### Balancín de carga

**AA-2007**  
Spring balancer (3~5 kg)



| Model   | Capacity |         | Travel (m) | Rope Dia. (mm) | Weight |      | Packing Pcs/Ctn/G.W/Cuft (kg) |
|---------|----------|---------|------------|----------------|--------|------|-------------------------------|
|         | kg       | lb      |            |                | lb     | kg   |                               |
| AA-2003 | 0.6~1.5  | 1.3~3.3 | 1.6        | 2.5            | 1.15   | 0.52 | 40/Ctn/21.0 kg/1.7'           |
| AA-2004 | 1.5~3    | 3.3~6.6 | 1.6        | 2.5            | 1.68   | 0.76 | 30/Ctn/22.8 kg/1.6'           |
| AA-2007 | 3~5      | 6.6~11  | 1.5        | 3.2            | 1.79   | 0.81 | 30/Ctn/24.1 kg/1.6'           |
| AA-2013 | 5~7      | 11~15.4 | 1.3        | 3.2            | 4.08   | 1.85 | 10/Ctn/19.5 kg/1.7'           |
| AA-2015 | 9~15     | 19.8~33 | 1.3        | 4.0            | 7.96   | 3.61 | 4/Ctn/15.6 kg/1.9'            |
| AA-2016 | 3~5      | 6.6~11  | 1.3        | 3.2            | 4.01   | 1.82 | 10/Ctn/19.2 kg/1.7'           |
| AA-2017 | 1.5~3    | 3.3~6.6 | 1.3        | 3.2            | 3.81   | 1.73 | 10/Ctn/18.3 kg/1.7'           |
| AA-2018 | 0.5~1.5  | 1.1~3.3 | 1.3        | 2.0            | 1.61   | 0.73 | 20/Ctn/15.6 kg/1.9'           |
| AA-2019 | 5~9      | 11~19.8 | 1.3        | 4.0            | 7.91   | 3.59 | 4/Ctn/15.4 kg/1.9'            |
| AA-2107 | 0.5~1.2  | 1.1~2.6 | 1.6        | 1.6            | 1.23   | 0.56 | 12/Ctn/9 kg/1.1'              |
| AA-2108 | 1.0~2.0  | 2.2~4.4 | 1.6        | 1.6            | 1.23   | 0.56 | 12/Ctn/9 kg/1.1'              |
| AA-2109 | 2.0~3.0  | 4.4~6.6 | 1.6        | 1.6            | 1.23   | 0.56 | 12/Ctn/9 kg/1.1'              |
| AA-2201 | 3.0~4.5  | 6.6~9.9 | 1.6        | 1.8            | 1.43   | 0.65 | 12/Ctn/9.5 kg/1.1'            |

## Anexo 6

### Firma y sello del departamento de idiomas

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**Faculty of Engineering, Industry and Production**

**Industrial Engineering**

**AUTHOR:** CHISAGUANO CHUSETE ERIKA PIEDAD

**TUTOR:** RON VALENZUELA PABLO ELICIO

#### **ABSTRACT**

##### **DESIGN OF A MOBILE TORCH HOLDER SYSTEM FOR THE WELDING**

The purpose of this thesis, carried out under the methodological proposal, is to design a MIG welding torch holder for a workstation for the assembly of panel bars for KIA cars in a metal-mechanical company dedicated to auto parts assembly, to mitigate the ergonomic risks and safeguard workers' health, as well as to reduce the production times to fit the budgeted times by the company. To determine the risks, firstly, the analysis and evaluation of the assembly activity at the workstation where the activity is performed with more time and movements compared to the rest of the workstations, through the application of the Kourinka questionnaire workers, on the other hand, the taking of real times for comparison with the budgeted times and the expected times in the event that the company implements the welding torch holder in the future.

**KEYWORDS:** dashboard bar, assembly jig, ergonomic risks, MIG welding

