



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PLAN ESTRATÉGICO PARA LA  
DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS  
EN EL PROCESO DE SOLDADURA DE  
LAS BALANZAS EN LA EMPRESA  
DICENTRO BALANZAS C.A.**

**Autor:**  
Christian Marin  
C.I: 24.918.109

Urb. Yuma II, Calle N. ° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN ESTRATÉGICO PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN  
EL PROCESO DE SOLDADURA DE LAS BALANZAS EN LA EMPRESA  
DICENTRO BALANZAS C.A.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

**INGENIERIO INDUSTRIAL**

**Autor:**

Christian Marin

C.I: 24.918.109

**Tutor:** Ing. Nelly Niño

San Diego, octubre del 2019



FI-I -002-2019-2CE

Valencia, 18 de Julio de 2019

Ciudadanos:  
Christian Marin  
C.I:24.918.109  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 18-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN ESTRATÉGICO PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO DE SOLDADURA DE LAS BALANZAS EN LA EMPRESA DICENTRO BALANZAS C.A** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero Industrial .

Se ratifica la designación del Ing. Nelly Niño C.I:9.224.592 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Luis Lira**  
Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Nelly Niño, portador de la cédula de identidad N° V-9.224.592, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por el ciudadano Christian Andres Marin Villarreal, portador de la Cédula de Identidad N° V-24.918.109, titulado **PLAN ESTRATÉGICO PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO DE SOLDADURA DE LAS BALANZAS EN LA EMPRESA DICENTRO BALANZAS C.A.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a revisión y aprobación por parte de la comisión de la Escuela de Ingeniería.

En San Diego, a los 3 días del mes de octubre del año dos mil diecinueve.

Ing. Nelly Niño

C.I.: V-9.224.592

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente le agradezco a Dios por todo lo que me ha brindado a lo largo de mi existencia, ser el apoyo incondicional en los buenos y malos momentos que he pasado y siempre cuidarme, también a mis padres por ser mi apoyo diario e incentivar me a ser mejor persona gracias a la crianza y la cultura que me inculcaron desde pequeño para ser un hombre responsable, gracias de antemano por siempre estar a mi lado a pesar de todas las adversidades. también mencionar a mis hermanas es algo que para mí es importante ya que son las personas más incondicionales que la vida me pudo dar, gracias por apoyarme en los retos que he pasado a lo largo de mi vida y más en esta etapa que ellas al vivir esta linda experiencia, me funciono mucho los consejos que me brindaron.

Es importante para mí mencionar a mi tutora la ING. Nelly Niño por ser una de las personas más ejemplares que mi persona pudo conocer en esta etapa, por ser la persona que me apoyo con este trabajo de investigación día a día, me siento orgulloso de decir que mi tutora fue Nelly Niño y gracias por creer en mí.

Quiero agradecerles a estas amistades que la universidad me dio y que al final se volvieron parte de mi familia, estas personas tan maravillosas son Andres, Oscar, Alexandra, Ilse, Kelvin, Edgar, Sughey, Yesuni, Alejandro, Nico, Fabiola, Valentina, Vanessa, Danielis. Gracias de verdad a estas personas, me siento orgulloso de tenerlos como mis amistades, también orgulloso de lo que son y lo que pueden llegar a ser.

Al personal de la empresa Dicentro Balanzas C.A., gracias por ser personas comprensibles que siempre me brindaron apoyo en el trabajo de investigación, a los señores Fernando y Néstor, representantes de la empresa que creyeron en mi por hacer mi estudio en sus instalaciones, muchas gracias.

A mis tíos, sobrinos y cuñado que siempre estuvieron desde el comienzo de mi vida universitaria y me brindaron apoyo moral para seguir adelante.

Gracias a todos ustedes estoy logrando una de las metas más importantes de mi vida, muchas gracias, los amo.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>

### CAPÍTULO

#### I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 Formulación del problema .....	8
1.2.2 Objetivos Específicos .....	8
1.3 Justificación de la Investigación .....	8
1.4 Alcance.....	9

#### II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	10
2.2 Bases Teóricas .....	12
2.2.1 Ingeniería en Métodos .....	12
2.2.2 Manufactura Esbelta .....	13
2.2.2.1 Principios del Lean Manufacturing .....	14
2.2.2.2 Tipos de Desperdicios.....	15
2.2.3 Poka-Yoke .....	16
2.2.3.1 Layout .....	18
2.2.4 Diagrama de procesos.....	19
2.2.5 Estudio de tiempos y movimientos.....	19
2.2.6 Control e Instrumentación .....	20
2.2.6.1 PLC .....	20
2.2.6.2 Robótica .....	21
2.2.7 Rightsizing .....	22
2.2.8 Técnica de grupo nominal (TGN).....	22
2.3 Definición de Términos Básicos .....	22

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de investigación .....	25
3.2 Diseño de la Investigación.....	25
3.3 Nivel de la Investigación.....	26
3.4 Población y muestra .....	27
3.4.1 Población .....	27
3.4.2 Muestra .....	27
3.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5.1 Técnicas .....	28
3.5.2 Instrumentos .....	29
3.6 Fases de la Investigación.....	31

### **IV RESULTADOS**

4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual. ....	33
4.1.1 Descripción del proceso de soldadura de las balanzas de plataforma de Dicentro Balanzas C.A. ....	33
4.1.2 Debilidades generadas en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma. ....	42
4.2 Fase II: Análisis de las causas que afectan el proceso de soldadura en las balanzas de plataforma encontradas en el diagnostico .....	47
4.2.1 Resumen de las debilidades observadas durante el diagnóstico realizado	48
4.2.2 Distribución del área de trabajo actual .....	49
4.2.3 Aplicación de la filosofía lean Manufacturing .....	51
4.2.4 Identificación y evaluación de los desperdicios en el proceso de soldadura .....	54
4.3 Fase III: Diseñar un plan estratégico para disminuir los desperdicios del proceso de soldadura .....	66
4.3.1 Propuesta de implementación de Robot ABB automatizado.....	67
4.3.1.1 Características técnicas del Robot ABB .....	67
4.3.1.2 Usos y beneficios del Robot ABB .....	69
4.3.1.3 Facilidades y acondicionamiento del área para la instalación del Robot ABB .....	72
4.3.1.4 Procedimiento para el uso del Robot ABB en el proceso de soldadura.....	73
4.3.1.5 Ventajas productivas y económicas con el uso del Robot ABB...	73
4.3.1.6 Normas y condiciones de seguridad en el uso del Robot ABB ....	74
4.3.1.7 Mantenimiento del Robot ABB .....	74
4.3.2 Propuesta de implementación de un dispositivo que sujete las balanzas .	75

4.3.2.1 Características técnica del dispositivo .....	75
4.3.2.2 Ubicación y uso del dispositivo dentro del proceso .....	82
4.3.2.3 Normas de seguridad para el uso del dispositivo.....	83
4.3.2.4 Ventajas productivas y económicas con el uso del dispositivo ....	83
4.3.4 Formación de los operarios y de todos los que trabajan en el área.....	84
4.3.5 Cuadro comparativo de ventajas y desventajas de las propuestas .....	85
4.4 Fase IV: Evaluar la parte económica de las propuestas planteadas en el proceso de soldadura para saber la relación costo-beneficio. ....	87
4.4.1 Inversión requerida para cada propuesta .....	87
4.4.2 Análisis de la relación Costo-Beneficio.....	90
4.4.3 Factibilidad económica.....	91
4.4.4 Factibilidad operativa de las propuestas .....	92
4.4.5 Factibilidad técnica.....	92
4.4.6 Factibilidad ambiental-social.....	93
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>98</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pp.</b>
1 Vista aérea de la zona de soldadura .....	34
2 Vista aérea de la zona de soldadura .....	35
3 Vista aérea del galpón .....	35
4 Maquina Miller soldador Microway MIG.....	36
5 Rollo de alambre de hierro MIG .....	37
6 Mesa de trabajo 1 .....	38
7 Mesa de trabajo 2 .....	38
8 Parte inferior de la balanza de plataforma.....	39
9 Hilos de soldadura.....	40
10 Hilos de soldadura.....	40
11 Diagrama de operaciones actual del proceso de soldadura de las balanzas.	41
12 Temperatura menor de soldadura MIG .....	43
13 Temperatura mayor de soldadura MIG .....	43
14 Layout actual.....	50
15 Hoja de campo del método REBA .....	51
16 Diagrama causa-efecto .....	55
17 Robot ABB automatizado .....	68
18 Especificaciones del Robot ABB automatizado .....	68
19 Computadora del Robot ABB .....	69
20 Diagrama de operaciones propuesto del proceso de soldadura de las balanzas.....	70
21 Layout propuesto.....	72
22 Medida para las balanzas 90cmx90cm.....	76
23 Medida para las balanzas 120cmx120cm.....	76
24 Medida para las balanzas 150cmx150cm.....	77
25 Medida para las balanzas 200cmx200cm.....	77
26 Pieza de sujeción a la mesa de trabajo .....	78
27 Pieza de sujeción a la mesa de trabajo (vista inferior).....	78
28 Base de reposo para las balanzas de plataforma. ....	79
29 Pasador de anti-Rotación de la base.....	79
30 Regla de medidas para el ajustador de balanzas .....	80
31 Regla de medidas para el ajustador de balanzas .....	80
32 Base de reposo para las balanzas de plataforma (vista inferior).....	81
33 Pieza ajustador de balanzas.....	81
34 Pieza ajustador de balanzas.....	82

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>Pp.</b>
1	Producción y Demanda de las balanzas del primer trimestre del 2019..... 7
2	Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 90cm*90cm..... 44
3	Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 120cm*120cm.... 45
4	Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 150cm*150cm.... 45
5	Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 200cm*200cm.... 46
6	Diagrama Pareto..... 62

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pp.</b>
1	Tiempo de las actividades en la etapa de soldadura..... 5
2	Largo del hilo de soldadura por balanza ..... 6
3	Costo por balanza en la etapa de soldadura ..... 8
4	Registro de paradas no programadas en la fabricación de dos balanzas..... 54
5	Resumen 1 detallado de las causas registradas del proceso ..... 56
6	Resumen 2 detallado de las causas registradas del proceso ..... 57
7	Resumen 3 detallado de las causas registradas del proceso ..... 58
8	Resumen 4 detallado de las causas registradas del proceso ..... 59
9	Resumen 5 detallado de las causas registradas del proceso ..... 60
10	Repetitividad de las causas del proceso de soldadura..... 61
11	Datos para el diagrama Pareto..... 62
12	Técnica de grupo nominal..... 64
13	Resultados de la técnica de grupo nominal ..... 65
14	Resumen de mejoras encontradas ..... 66
15	Datos del proceso actual y propuesto..... 71
16	Ventajas productivas y económicas del Robot ABB ..... 74
17	Ventajas productivas y económicas del dispositivo de sujeción..... 84
18	Ventajas y desventajas propuesta 1..... 85
19	Ventajas y desventajas propuesta 2..... 86
20	Inversión requerida para la primera propuesta..... 88
21	Inversión requerida para la segunda propuesta ..... 89



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN ESTRATÉGICO PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN  
EL PROCESO DE SOLDADURA DE LAS BALANZAS EN LA EMPRESA  
DICENTRO BALANZAS C.A.**

**Autor:** Christian Marin

**Tutor:** Ing. Nelly Niño

**Fecha:** Agosto, 2019

**RESUMEN**

Este este trabajo de investigación consiste en analizar los factores que generan desperdicios en el proceso de soldadura en la fabricación de las balanzas de plataforma en la empresa Dicentro Balanzas C.A.; con el fin de proponer un plan estratégico que conduzca a disminuirlos aplicando herramientas de ingeniería industrial y así aumentar la productividad en la fabricación de las balanzas. La presente investigación se encuentra bajo la modalidad de un proyecto factible, apoyada en un estudio de campo y de acuerdo al nivel de profundidad se considera descriptiva. La muestra tomada como objeto de estudio es el al modelo de balanza de plataforma ya que es la que genera mayor cantidad de desperdicios en su proceso de soldadura. Para alcanzar los objetivos propuestos, se aplicará diversas técnicas e instrumentos con el fin de conocer y analizar el proceso y encontrar oportunidades de mejora que conlleven al propósito establecido en la investigación.

**Descriptor:** Plan Estratégico, Proceso, Disminución de desperdicios, Producción, Soldadura.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad proponer un plan estratégico para mejorar el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma y así minimizar los desperdicios que se generan en este proceso tales como tiempo, retrabajo, material, con el fin de tener un proceso óptimo y un producto de alta calidad.

La investigación se desarrollará en la empresa Dicentro Balanzas C.A, la cual está ubicada en la Zona Industrial Pruinca, Guacara, Edo. Carabobo. Actualmente para la organización es de vital importancia reducir los desperdicios que se están generando en dicho proceso ya que los tiempos, y la productividad se están viendo afectados lo que repercute en la rentabilidad de la misma. De allí la necesidad de realizar este trabajo de grado, y para su desarrollo se utilizarán técnicas y herramientas de la ingeniería industrial que permitan detectar las principales causas de los desperdicios presentes, así como también atacarlas y plantear las mejores soluciones.

Dentro de este orden de ideas, este proyecto se encuentra estructurado por capítulos, donde de manera consecutiva y organizada, se pretende alcanzar el objetivo planteado, estos capítulos están descritos a continuación:

**Capítulo I El PROBLEMA:** En este capítulo se define el problema, se establece el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, así como la formulación del problema, es decir la pregunta que será respondida en el trayecto del proyecto; también la justificación y el alcance de la misma.

**Capítulo II MARCO TEÓRICO:** Se describen todos los hallazgos documentales y bibliográficos que guardan relación con la temática, señalando investigaciones en las cuales se basa el desarrollo de este proyecto, además, se definen conceptos claves para la realización del mismo. El objetivo de este capítulo es crear la base teórica que sustenta las técnicas y herramientas a utilizar.

**Capítulo III MARCO METODOLÓGICO:** En este se describe el nivel de conocimiento, el diseño de la investigación, las técnicas y herramientas que se

utilizarán para recolectar los datos y se describe cada fase de trabajo de grado, guardando relación con los objetivos específicos.

**Capítulo IV RECURSOS:** Se describirán todos los recursos necesarios para el desarrollo de la investigación, también muestra el cronograma para el desarrollo de los objetivos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

Al día de hoy muchas empresas en Venezuela deben, tener un control adecuado de los desperdicios que se generan en todos los procesos que desarrollan en su quehacer productivo y este control debe estar enfocado a: mejor aprovechamiento de la materia prima y de los insumos, disminución de los costos, aumento de productividad, mayor calidad en los procesos, aprovechamiento de todo el material a utilizar, crecimiento de la organización, entre otras, razón por la cual establecen políticas de seguimiento y control de desperdicios

En la empresa Dicentro Balanzas C.A., ubicada en la Zona Industrial Pruinca, Guacara, Edo. Carabobo, fabrican balanzas para diferentes usos, dependiendo de las necesidades que pueda tener el cliente, las cuales van desde las balanzas micro analíticas las cuales son habitualmente para los laboratorios químicos, farmacéuticos, etc., hasta las balanzas utilizadas para pesar camiones; todas estas utilizan la medición en la magnitud de masas que van desde los miligramos hasta las toneladas. Esta es una empresa con una gran trayectoria en el mercado de ventas, reparación, importación de partes y piezas, y, fabricación de balanzas electrónicas.

En este proyecto de investigación se va a trabajar con la balanza de plataforma ya que es la que está presentado problemas en su proceso productivo.

En la fabricación de las balanzas de plataforma de 90cm\*90cm, 120cm\*120cm, 150cm\*150cm y 200cm\*200cm; todas utilizan un proceso único de fabricación que consta de las siguientes etapas; la recepción de materia prima, el corte de las láminas , doblado de láminas, perforado para toda su tornillería, el armado que es donde proceden con la unión mecánica de todas las piezas, soldadura donde se hace la unión permanente de las láminas y otras piezas que conforma la balanza, limpieza para darle el pre-acabado que lo conducirá a la etapa de pintura, cabe destacar que en cada

proceso se hace una inspección operación por lo que no hay un departamento de control de calidad que haga una prueba final del producto ya terminado.

Mediante el análisis pertinente que se hizo con respecto a fabricación de las balanzas de plataforma, se puede concluir que hay muchas oportunidades de mejora a lo largo de todo el proceso. Siendo en la etapa de soldadura la seleccionada para la investigación, puesto que genera altos desperdicios y aumento de costos en el proceso.

En la etapa de soldadura, el proceso lo elaboran con una soldadura especial de Microwave (MIG) que puede ser para hierro negro, acero inoxidable y para aluminio, esto aproximadamente puede durar 4 horas por balanza, su principal material de unión de las piezas es el alambre de hierro, Dicha soldadura calienta a una temperatura muy elevada, su característica principal es que estéticamente es mejor, los hilos de soldadura son más constantes, el material a utilizar se aprovecha al máximo y tiene una resistencia mucho mayor a las soldaduras convencionales, tales como la de electrodos.

Este proceso se hace con mano de obra directa, el operador tiene todo su equipo de seguridad correspondiente al realizar el proceso de soldadura de las balanzas; sin embargo, aunque tienen esta protección, las altas temperaturas y el destello que genera el arco de soldadura es de tal forma que el operario se ve obligado a tener intervalos de trabajo de 30 min. con ligeros descansos de 10 min a 15 min., esto es para que el trabajador tome su descanso obligatorio cumpliendo con las leyes de seguridad industrial.

Haciendo un análisis de los principales problemas que afectan la productividad en esta etapa se tiene:

- El tiempo perdido que tiene el proceso al tener tantos descansos y mucho movimiento de la balanza para la colocación de todos los hilos de soldadura.

En la etapa de soldadura se tiene establecido por la empresa una duración de 4 horas promedio por balanza, en la siguiente tabla se muestra las actividades. (Ver tabla 1)

**Tabla 1. Tiempo de las actividades en la etapa de soldadura**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (horas)</b>
Preparación de las herramientas y el lugar de trabajo	0.1
Preparación para los hilos de soldadura	0.1
Movilidad de la balanza	1.5
Descansos	1.5
Elaboración de la soldadura	1.0
Revisión final	0.1

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicentro Balanzas C.A.

Esta data fue recogida mediante el método de cronometrado y fue realizada por el jefe de producción. Dando como resultado 4.3 horas, sabiendo que lo establecido es de 4 horas por balanza en esta etapa; las consecuencias que genera este tiempo por encima de lo estipulado generan retraso en el proceso de soldadura lo que hace que los procesos siguientes se vean perjudicados en su planificación de tiempo de recepción de la balanza y el tiempo de culminación de las mismas sea mayor a lo esperado.

- Al ser una mano de obra directa, se tiene un error humano inevitable por muy experimentada y capacitada que sea el operador que realice el proceso de soldadura, hay discrepancia en lo largo del hilo de soldadura que es utilizado para la unión permanente de las balanzas.

En la siguiente tabla se muestra todas las balanzas que son realizadas en este proceso de soldadura y el largo del hilo de soldadura que debe tener el cual es establecido por la empresa. (Ver tabla 2)

**Tabla 2. Largo del hilo de soldadura por balanza**

<b>Plataformas</b>	<b>Largo del hilo de soldadura (pulgadas)</b>
90cm*90cm	2
120cm*120cm	3
150cm*150cm	4
200cm*200cm	5

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicentro Balanzas C.A.

Actualmente, las plataformas poseen una cantidad de hilos de soldadura que no cumplen con estas especificaciones ya que las mismas pueden tener una varianza de  $\pm 0.5$  pulgadas, y la empresa tiene un permitido de  $\pm 0.2$  pulgadas por cada hilo de soldadura, esto se evidencia ya que la mano de obra por las posturas que emplean y el error humano presente es engorroso cumplir con esta especificación

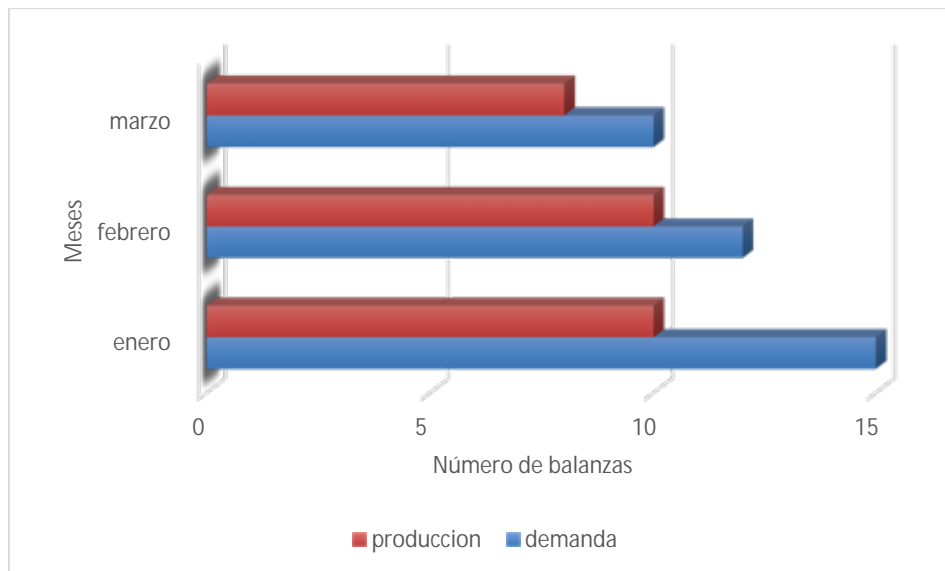
En la calidad y al acabado de las plataformas no se tiene registrado ninguna devolución por parte de los clientes, pero si hay rechazos internos por parte de la alta gerencia y en la etapa de supervisión con respecto a estas características lo cual hace que haya demora en el proceso por correcciones que deben hacer referente a la calidad y al acabado de los hilos de la soldadura, en ocasiones hacen falta hilos de soldadura, esto es por el error humano que hay presente en el proceso.

Los riesgos físicos, mecánicos y ergonómicos que está presentando el operario en este proceso.

No se han presentado quejas por partes de los operarios y no se tiene actualmente informes por idas al médico, pero observando el proceso si están presente estos riesgos anteriormente mencionados, al ser un lapso de 4 horas de soldadura por balanza, en estar parado y moviéndose constantemente genera problemas en el cuerpo a largo plazo ya que debe caminar para hacer la soldadura y en ocasiones mover la balanza con las manos y dicha balanza solo reposa en la mesa del soldado; al ser una soldadura de

Microwave ésta genera menos destello que la del arco eléctrico, pero dicha soldadura genera mucho más calor, con eso debe tener descansos obligatorio.

Es importante mencionar la demanda que han tenido las balanzas de plataforma en lo ha transcurrido del año 2019, y con esa data, comparar con la capacidad de producción real que tiene la empresa, ya que la misma posee una capacidad de diseño de 40 balanzas al mes, y actualmente posee una capacidad real de 10 balanzas al mes, lo que representa una eficiencia de un 25%. En el siguiente grafico se muestra los datos de demanda del primer trimestre del año con la producción correspondiente. (ver gráfico 1)



**Gráfica 1. Producción y Demanda de las balanzas del primer trimestre del 2019**

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

Unas de las consecuencias más importantes con respecto todas estas causas anteriormente mencionadas es que la empresa no pueda exportar dichas balanzas al mercado internacional porque no compite con las demás empresas que ofrecen este mismo producto, en cuanto a la calidad y acabado que pueda tener la balanza de plataforma, además del bajo costo que éstas tienen ya que los competidores en la mayoría tienen sus procesos automatizados, por ende, tienen más unidades de fabricación por día.

Actualmente la empresa tiene una producción de 2 balanzas diarias que puede hacer en la etapa de soldadura, todo esto con un operario que se encarga de hacer los hilos de soldadura pertinentes. Se presenta la siguiente tabla con los costos actuales por el pago del operador de soldadura. (Ver tabla 3)

**Tabla 3. Costo por balanza en la etapa de soldadura**

<b>Pago al mes por operador</b>	<b>Costo diario. 20 días laborables</b>	<b>2 balanzas por día</b>
200 \$	10 \$ Por día	5 \$ c/u

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

### **1.1.1 Formulación del problema**

¿Cómo se puede disminuir los desperdicios que se generan en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma en la empresa Dicentro Balanzas C.A.?

## **1.2 Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1 Objetivo General**

Proponer un plan estratégico en la empresa Dicentro Balanzas C.A. para la disminución de los desperdicios generados en el proceso de soldadura de las balanzas, a través de técnicas de ingeniería industrial.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el proceso actual de soldadura de las balanzas de plataforma.
- Analizar las causas encontradas en el diagnóstico del proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.
- Diseñar un plan estratégico para la disminución de desperdicios en el proceso de soldadura.
- Evaluar la relación costo beneficio del plan diseñado en el proceso de soldadura de la empresa Dicentro Balanzas C.A.

## **1.3 Justificación de la Investigación**

Este trabajo de investigación se aplicará en la empresa Dicentro Balanzas C.A. que presenta en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma tiene debilidades en cuanto a la calidad de la misma y la generación de los desperdicios, ya

sea tiempo, movimiento y mano de obra en el proceso de soldadura. Por ello se propone un plan estratégico, basado en la automatización del proceso y en la aplicación de las diferentes herramientas y filosofías de la ingeniería industria, esto traerá como beneficios económicos, la disminución del costo de fabricación, lo cual se puede presentar de la siguiente manera: actualmente cada balanza tiene un costo por día de 5\$ Y con el plan estratégico que se propone en el proceso estaría en 1.25\$ diario aproximadamente, lo cual se está ahorrando 3.75\$, lo cual esto representa que se estaría ahorrando un 75% del costo principal. Dicha información fue suministrada por la empresa Dicentro Balanzas C.A.

Se producirá ventajas productivas con respecto al número de balanzas diarias que se estiman tener que son 8, y actualmente solo se realizan 2 balanzas diarias en la etapa de soldadura, también, el valor agregado que se le añadirá al producto terminado que será la calidad de la soldadura, con el proceso automatizado todos los hilos saldrían de la misma medida estipulada lo cual se aprovecharía el material de la manera más óptima. Habrá más seguridad en el proceso de soldadura con el fin de proteger a los operarios. Todo esto generara un proceso más limpio, habrá menos rechazo del producto, no se haría cuello de botella en dicho proceso y las demás áreas estarían más libres a la hora de la recepción del material ya soldado.

#### **1.4 Alcance**

Principalmente el producto a trabajar serán las balanzas de plataforma de 90cm\*90cm, 120cm\*120cm, 150cm\*150cm y 200cm\*200cm, dentro de todas las etapas que este producto necesita para su finalización, la principal a trabajar es la etapa de soldadura ya que actualmente es el que presenta una alta cantidad de desperdicios que están incurridos en el proceso ya sea mano de obra, tiempo y dinero que son unos de los más importantes a la hora de disminuir por la misma relación costo beneficio que podría ser aprovechada a la hora de controlar dichos desperdicios con este plan estratégico, todo esto irá dirigido a la empresa Dicentro Balanzas C.A. ubicada en la Zona Industrial Pruinca, Guacara, Edo. Carabobo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

Para poder llevar a cabo el estudio factible del plan estratégico para disminuir los desperdicios en el proceso de soldadura, se procedió a revisar diversos trabajos de grado de ingeniería que son afines al tema de investigación, con el fin de conocer la estructura que conlleva los mismos, obteniendo de éstos información relevante para la recolección y análisis de los datos, así como también, la similitud del problema con la teoría y la realidad.

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Con el objetivo de fortalecer el desarrollo de la investigación se consultan diversos trabajos de grados relacionados indirecta y directamente con el tema en cuestión, dichos trabajos permitirán alcanzar los objetivos planteados y, además la metodología utilizada sirve de apoyo para el desarrollo del trabajo especial de grado; dichos trabajos son descritos a continuación:

Inicialmente, Moreno, J. y Polo, J. (2016), realizaron un Trabajo de Grado denominado **Propuestas de Mejora para la Reducción de Desperdicios en el Proceso de Producción de Alimentos Concentrados para gallinas ponedoras en la Empresa Alimentos la Caridad C.A.**, presentada en la Universidad de Carabobo (UC) para optar al título de Ingenieros Industriales. El estudio referido tuvo como objetivo general diseñar propuestas de mejora en el proceso de producción de alimentos concentrados en la empresa Alimentos la Caridad C.A., para la eliminación de desperdicios. Los autores concluyeron que la implementación de las propuestas planteadas logró reducir los desperdicios y las condiciones inseguras que afectaban la producción, implementando dispositivos mecánicos, redistribuyendo la planta y aplicando filosofías de mejora continua.

Como contribución a la presente investigación, los autores diseñaron dispositivos para el manejo de los materiales logrando el cumplimiento de los estándares del departamento de calidad, también eliminando derrames de materia prima y las paradas no programadas.

El aporte de esta investigación es a través de la metodología implementada para los cálculos de dichos dispositivos permitirá diseñar equipos que se utilizaran para manejar la materia prima del proceso productivo de la empresa Rikesa.

Seguidamente, se tiene a Pinto, J. (2015) su investigación titulada **Diseño de una propuesta de mejora basada en un plan estratégico a fin de disminuir las unidades defectuosas originadas en la línea C1 de la empresa VENVIDRIO C.A.**, la cual fue realizada en la Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUPSM), para optar al título de Ingeniero Industrial. En la empresa se presentaba un alto índice de unidades rechazadas por defectos, específicamente en la línea C1; afectando la eficiencia del proceso productivo y originando niveles bajos de productividad con respecto a los niveles esperados, trayendo consigo el incumplimiento de entregas de productos a los clientes y el aumento de pérdidas económicas, por tal motivo se diseña una propuesta de mejoras que le permitiera a la empresa disminuir la cantidad de unidades defectuosas.

Por ello, la modalidad de la investigación se presentó como proyecto factible, apoyándose en una investigación de campo de tipo descriptiva. Planteándose tres fases: diagnóstico de la situación actual en la línea C1 mediante técnicas de recolección de datos, para identificar las fallas en el proceso de producción de la empresa, además, analizar los datos obtenidos en el diagnóstico a través de técnicas de estudios tales como: Técnicas de Grupo Nominal, Diagrama Causa-Efecto y el Mapa Estratégico, logrando las posibles alternativas de mejoras en la empresa. Por último, elaborar una propuesta de mejoras fundamentadas en las alternativas establecidas para disminuir las unidades defectuosas originadas en la línea.

Esta investigación proporcionó información importante al presente estudio por ser una investigación factible, representando dicho trabajo dentro de su desarrollo una

propuesta viable a la solución de las deficiencias detectadas en la organización objeto de estudio, suministrando datos acerca del diagnóstico de la situación actual para identificar sus fallas de manera apropiada, así como también, para la descripción del plan de mejoramiento, enfocada en disminuir las unidades defectuosas, manejando para ello los mínimos recursos necesarios.

Por último, Baute, Y. y Hernández, M. (2014) presentó un trabajo de Grado en la Universidad José Antonio Páez para optar al título de ingeniero industrial titulado: **Propuesta de Mejoras para la Reducción de Scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela.** El objeto general de la investigación fue proponer mejoras para la reducción de Scrap, en la línea dos (2) del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela, a través de la implementación de herramientas de la ingeniería industrial. Luego del estudio, diagnóstico y análisis de las diversas fallas encontradas en el proceso productivo se logró obtener la respuesta a la formulación del problema consiguiendo un porcentaje de 0,2% de Scrap en la línea dos (2) de la planta de llenado de cuidado bucal.

La investigación mencionada apoya a la presente en la metodología implementada para el análisis de las causas que generan el desperdicio, mediante técnicas de priorización de fallas, diagrama de Pareto, diagrama de causa-efecto, entre otras.

## **2.2 Bases Teóricas**

Según Arias (2012) afirma que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”.

### **2.2.1 Ingeniería en Métodos**

Según Burgos (2014) la ingeniería de métodos es “el estudio de los métodos, materiales, equipos y herramientas involucrados en una tarea particular”.

Los autores referidos indican que se estudian los métodos con la finalidad de:

1. Encontrar el mejor método de ejecución
2. Normalizar el método, los materiales, los equipos y las herramientas.
3. Determinar el tiempo necesario para que una persona clasificada y debidamente entrenada realice la tarea, trabajando a ritmo normal.
4. Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método.

La ingeniería de métodos se divide en dos ramas conforme Burgos (2014):

- Estudio de Métodos: Es el registro, análisis y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de tratar de encontrar métodos más sencillos y eficaces.
- Medición del Trabajo: Es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea particular, fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Es cierto que el Estudio del trabajo es un conjunto de técnicas, pero también es una actitud mental; una insatisfacción con el desperdicio de recursos; una búsqueda constante de mejoras; apasionamiento por el sistema y el orden.

### **2.2.2 Manufactura Esbelta**

Para Madariaga (2013) la Manufactura Esbelta es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación, persigue mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del desperdicio, que como bien mencionan Rajadell y Sánchez (2010) está definido como todas aquellas acciones que no aportan valor al producto o servicio y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Ellos establecen como objetivo la eliminación de desperdicios mediante el uso de herramientas que se desarrollaron principalmente en Japón y fueron inspiradas por Edwards Deming, fundamentadas en que el producto o servicio debe ajustarse a lo que el cliente necesita basándose en los siguientes pilares: la filosofía de mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del desperdicio, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.

La implementación de esta filosofía debe estar enmarcada en directrices específicas que garanticen el éxito hacia las metas planteadas. Para ello Villaseñor y Galindo (2007) agrupan los conceptos de Manufactura Esbelta en tres estados que permiten definir las herramientas o técnicas asociadas a cada uno de ellos, las tres fases para aplicar la manufactura Esbelta son:

1. Demanda del cliente: Entender la demanda del cliente para cada uno de los productos (características de calidad, precio y entrega)
2. Flujo: Implementar un flujo continuo en toda la planta, para clientes internos como externos, lo cuales deben recibir el producto correcto, en el tiempo correcto y en la cantidad correcta.
3. Nivelación: Distribuir el trabajo equitativamente por volumen y variedad, reduciendo inventarios de producto terminado y en proceso.

#### **2.2.2.1 Principios del Lean Manufacturing**

Para Chapman Stephen (2006), los principios Lean Manufacturing son:

- **Especificar el valor para los clientes (eliminar desperdicios).** No se debe pensar por los clientes. El cliente paga por las cosas que cree que tienen valor y no por las cosas que pensamos que son valiosas. Las actividades de valor agregados son aquellas que el cliente está dispuesto a pagar por ellas. Todas las otras son desperdicios.
- **Identificar el mapa de la cadena de valor (VSM) para cada producto/servicio.** La secuencia de actividades que permite responder a una necesidad del cliente representa un flujo de valor. Creando un "mapa" de la corriente de valor, es posible identificar aquellas actividades que no agregan valor, desde el punto de vista del cliente, a fin de poder eliminarlas.
- **Favorecer el flujo (sin interrupción).** Deben lograr un movimiento continuo del producto/servicio a través de la corriente de valor. Por ello, se tiene que reducir los tiempos de demora en el flujo de valor quitando los obstáculos en el proceso

- **Dejar que los clientes tiren la producción (sistema PULL).** La aplicación del Flujo y del Pull genera una respuesta más rápida y exacta con un menor esfuerzo y menores desperdicios. Permite producir sólo lo que el cliente pide y evita la generación de un stock innecesario.
- **Perseguir la perfección (mejora continua).** Hay que seguir trabajando constantemente para conseguir unos ciclos de producción más cortos, obtener la producción ideal (calidad y cantidad), focalizar los esfuerzos en el valor para el cliente.

#### **2.2.2.2 Tipos de Desperdicios**

Según Rajadell & Sánchez (2010) los tipos de desperdicios son:

1. **Sobreproducción:** Es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita y que además representa un consumo inútil de material.
2. **Tiempo de espera:** Es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.
3. **Transporte:** Es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.
4. **Sobrepeso:** Es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, es decir, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles.
5. **Exceso de inventario:** Los stocks son la forma de desperdicio más clara porque esconden ineficiencias y problemas crónicos. El desperdicio por inventario es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas.

6. Defectos: El desperdicio derivado de los errores es uno de los más comunes en la industria, este incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de re-trabajo o de inspecciones adicionales.
7. Movimientos innecesarios: Son todos aquellos movimientos improductivos que no aportan valor al proceso sobre el resultado final. También son posiciones o acciones innecesarias o incómodas para los trabajadores.

Últimamente según Gregorio Menéndez (2014), explica que se ha considerado el Desaprovechamiento del Talento Humano como el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios y por diferentes causas:

- Una cultura y política de empresa anticuada que subestima a los operadores.
- Insuficiente entrenamiento o formación a los trabajadores.
- Salarios bajos que no motiven a los trabajadores.
- Un desajuste entre el plan estratégico de la empresa y la comunicación del mismo al personal.

### **2.2.3 Poka-Yoke**

Inicialmente lo trabajó el Ingeniero Industrial Shigeo Shingo en la fábrica de TOYOTA en la década de 1960. Poka-yoke es un término japonés que traduce “a prueba de errores”.

**Poka:** Equivocación, errores inadvertidos.

**Yokeru:** evitar.

Según Smiller (2013) Inicialmente se deben identificar la fuente de los defectos, sean por los materiales (dañados, equivocados, fuera de especificación y obsoletos), en la mano de obra (mala capacitación, errores inadvertidos por descuidos voluntarios o involuntarios, mala operación de los equipos, equivocaciones, etc.), en los métodos (falta de estandarización, métodos y técnicas poco comprensibles u obsoletos, métodos

incompletos) y en la maquinaria (mantenimiento inadecuado o inoportuno, malos ajustes, cambios de deficientes, elementos contaminantes, instalaciones inadecuadas, etc.).

Un Poka-Yoke es una técnica de inspección para mejorar la calidad que se aplica con el fin de prevenir errores en la operación de un sistema, o para hacer que éstos no pasen inadvertidos y puedan ser corregidos. Su finalidad es entonces la eliminación de los posibles errores y condiciones que los generan- en tanto son estos los causantes de los defectos presentes los productos finales.

Si bien ayuda a evitar defectos en el producto final, también pone gran parte de la carga de inspección en el sistema de producción, facilitando y reduciendo la carga del personal. De este modo se logra mejorar los resultados de las tareas de inspección, permitiendo que los operarios dirijan más de sus esfuerzos en actividades que agreguen mayor valor al producto.

Este tipo de sistemas se convierte en importantes apoyos a la gestión de procesos, pues al eliminar los defectos no sólo se evita incurrir en costos asociados a los desperdicios, sino también en aquellos generados por concepto de los re-procesos y consumo de recursos adicionales.

Los 8 principios filosóficos del poka-yoke.

1. La construcción de la calidad se hace dentro de los procesos.
2. Todos los errores sin intención y los defectos pueden ser eliminados.
3. Deje de hacerlo mal y empiece a hacerlo bien.
4. No piense en excusas, piense en cómo hacerlo bien.
5. Una posibilidad del 51% de éxito es suficientemente buena para emprender una idea.
6. Los errores y defectos pueden ser reducidos a cero cuando entre todos se trabaja conjuntamente para eliminarlos.
7. Varias cabezas piensan mejor que una.
8. Persiga la causa real de los problemas.

### **2.2.3.1 Layout**

Sansonneti y Malilick (2013) dicen que "la distribución en planta consiste en planificar el equipo adecuado, junto con el lugar adecuado, para permitir la elaboración de una unidad de producto de la manera más eficaz, a la menor distancia posible y en el menor tiempo posible".

Entonces, se puede decir que el objetivo principal al diseñar una Distribución de Planta es hallar la ordenación más eficiente, económica, segura y satisfactoria para los empleados y, que, a su vez, permita desarrollar los procesos productivos y administrativos a bajo costo. De ello, se puede concluir que una buena Distribución de Planta presenta una serie de beneficios a obtener y que deben buscarse como objetivos y/o metas a alcanzar.

Por ello, primero debemos ir de lo general a lo específico. Es decir, se debe decidir la creación de departamentos y su ubicación para después pensar en la distribución interna de cada uno de ellos, por lo que es útil, antes de tomar decisiones, dar respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué centros deberán incluirse en la distribución? Estos deben aportar al incremento de la productividad. Por ejemplo: ¿Es más eficaz un almacén central de herramientas o será mejor que cada centro de trabajo tenga su propia zona de almacenamiento para estas?
- ¿Cuánto espacio y capacidad necesita cada centro? Los espacios insuficientes reducen la productividad e, incluso, incrementan el riesgo de accidentes. Pero, los espacios muy amplios también reducen la productividad y provocan el aislamiento innecesario de los empleados.
- ¿Cómo configurar el espacio en cada centro? Se debe considerar el espacio disponible, su forma y los elementos que conforman o conformarán el centro de trabajo (personas, muebles, maquinarias, procesos a llevar a cabo, etc.).
- ¿Dónde ubicar el centro? Por ejemplo, si dos centros de trabajo o grupos de trabajo deben interactuar constantemente, lo más eficiente es evitar que estén

en lugares distantes y/o separados para no incurrir en pérdida de tiempo por traslados innecesarios.

#### **2.2.4 Diagrama de procesos**

De acuerdo con Retana Blanco & Aguilar Solis (2013) “Los diagramas de proceso son una familia de representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, empleados para visualizar y analizar de manera sistemática dicho proceso o ciclo de trabajo”.

Los diagramas de procesos a su vez se subdividen en otros diagramas tales como el de operaciones, el de flujo de proceso, entre otros, donde se detallan las actividades de cada proceso.

- Diagrama de operaciones de proceso (D.O.P): Es la representación gráfica de los puntos en los cuales se introducen los materiales al proceso y de la secuencia de todas las operaciones e inspecciones. No se incluyen aquellas actividades relacionadas con el manejo de materiales. Incluye información de los tiempos de cada proceso, materiales, facilidades físicas empleadas, etc.
- Diagrama de flujo de proceso: Representación gráfica del proceso. Muestra la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y los almacenamientos a través de flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

#### **2.2.5 Estudio de tiempos y movimientos**

Según Guanoluisa (2014) explica lo siguiente:

“El estudio de tiempos es una técnica utilizada para obtener un tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad. Estableciendo estándares para tareas u holguras para fatigas o por retrasos personales e inevitables y con esta manera se generarán posibilidades de resolver problemas en aspectos de proceso o fabricación.”

Según Marc Couto Carrasco y Paul Hoyos Suarez (2011). describen como lo siguiente:

“MTM (medición de tiempos y métodos) es de gran importancia para las industrias ya que analiza toda operación manual o método, así como los movimientos requeridos para realizar un trabajo y así poder asignar a cada

movimiento un tiempo específico expresado en TMU. Expresa también la dificultad que se tiene al realizar el estudio para identificar claramente los movimientos básicos realizados por los operadores.”

### **2.2.6 Control e Instrumentación**

Según Juan C. Maraña (2005) La Instrumentación y Control, como especialidad de Ingeniería menciona que:

“Es aquella parte de la ingeniería que es responsable de definir el nivel de automatización de cualquier planta de proceso e instalación industrial, la instrumentación de campo y el sistema de control para un buen funcionamiento del proceso, dentro de la seguridad para los equipos y personas, de acuerdo a la planificación y dentro de los costos establecidos y manteniendo la calidad.”

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. Los procesos son muy variados y abarcan muchos tipos de productos como pueden ser derivados del petróleo, agua, vapor, gases, ácidos, pasta para producir papel, etc. teniendo todos ellos la necesidad de ser medidos y controlados, así como se deben mantener unas constantes dentro de unos márgenes establecidos. Haciendo un poco de historia, la instrumentación y el control nace de la necesidad de:

- Optimizar los recursos humanos, materias primas, y productos finales.
- Producir productos competitivos con un alto rendimiento.
- Producir productos con características repetitivas Fomento del Ahorro Energético.
- Fomento de la Conservación del Medio Ambiente.

#### **2.2.6.1 PLC**

Según Abril Erendira Murillo Sánchez (2013) define PLC como:

“Un Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), en sí es un sistema de control. Los PLC’s son dispositivos electrónicos o computadoras digitales de tipo industrial que permiten la automatización, especialmente de procesos de la industria, debido a que controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones.”

De acuerdo con la definición de la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) un PLC es:

“Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salidas digitales (ON/OFF) o analógicos (1-5 VDC, 4-20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos”.

### **Funcionamiento básico**

- Detecta diversos tipos de señales del proceso mediante la Memoria Programable.
- Elabora y envía acciones de acuerdo al programa en la Memoria de Datos.
- Recibe configuraciones de los operadores y da reportes a los mismos.
- Admite modificaciones en el programa cuando son necesarias.

### **Principales aplicaciones**

Ingeniería y producción en empresas, principalmente en la industria, en donde se aprovechan especialmente para los siguientes casos:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

En concreto los PLC's son dispositivos que permiten automatizar y son empleados principalmente para procesos industriales, con múltiples ventajas y aplicaciones variadas.

#### **2.2.6.2 Robótica**

Según Macchiavello (2008). La robótica “es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia.”

Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica o la informática

También se puede definir este concepto como lo explican Craig y John, (2006). “La robótica se relaciona en si con el deseo de sintetizar algunos aspectos de la función humana mediante el uso de mecanismos, sensores, actuadores y computadoras.”

### **2.2.7 Rightsizing**

Como explica Franklin Salazar (2008). El Rightsizing “Es un proceso que permite reestructurar y racionalizar una organización para mejorar su efectividad y reducir costos.”

La operación es menos drástica que la de downsizing, que a menudo puede conducir a excesos y dar como resultado la "anorexia empresarial".

Salazar también dice que “Una operación de Rightsizing puede requerir aumentar el tamaño de una organización para, por ejemplo, hacer frente a una mayor demanda, aunque por lo general se usa la palabra como eufemismo de un moderado y controlado downsizing, o sea, achicamiento de la empresa con reducción de personal.”

### **2.2.8 Técnica de grupo nominal (TGN)**

Según Andres Fernández (2005) describe al TGN como “una técnica de creatividad que sirve para generar ideas y evaluarlas. Se trata de una combinación entre la fase de aire (generación de ideas y por lo tanto sin juicio) y la parte de agua (evaluación de ideas)”

El mismo autor expresa que “Es una técnica muy útil para los objetivos creativos que tienen un gran número de soluciones. Eficaz para concretar más nuestros objetivos creativos y hacer una primera criba para nuestra evaluación de ideas.”

## **2.3 Definición de Términos Básicos**

**Automatización:** es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para fines industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas

de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

**Desperdicio:** es el mal aprovechamiento que se realiza de alguna cosa o de alguien. Es decir, se tiene algo, una máquina a la cual no se la explota como se debe para que rinda su máximo y por tanto se la trabaja al mínimo nivel, desperdiciando su capacidad, o en su defecto se tiene un empleado que dispone de muchos conocimientos sobre un tema y se lo manda a hacer otra cosa totalmente diferente para la cual está mejor preparado.

**Estándar:** Un estándar es un conjunto de reglas que deben cumplir los productos, procedimientos o investigaciones que afirmen ser compatibles con el mismo producto.

**Inspección:** El objetivo de una inspección es hallar características físicas significativas para determinar cuáles son normales y distinguirlas de aquellas características anormales. En este sentido, es posible desarrollar inspecciones de empresas o comercios para verificar que cumplan la ley.

**Materia Prima:** La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final.

**Operación:** Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto. Para representar la operación en un diagrama de proceso se utiliza un círculo.

**Optimización:** Es el proceso que se realiza para mejorar el rendimiento de una actividad o proceso.

**Planificación:** es el proceso que se sigue para determinar en forma exacta lo que la organización hará para alcanzar sus objetivos.

**Proceso:** Es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema. El concepto puede emplearse en una amplia variedad de contextos, como por ejemplo en el ámbito jurídico, en el de la informática o en el de la empresa. Es importante en este sentido hacer hincapié que los procesos

son ante todo procedimientos diseñados para servicio del hombre en alguna medida, como una forma determinada de accionar.

**Productividad:** Es la relación entre lo producido en calidad y cantidad y los insumos o recursos utilizados.

**Producto no conforme:** Un producto no conforme es todo aquel que no cumple con algún requisito determinado por el sistema de gestión de calidad, como, por ejemplo, un material comprado que ha llegado defectuoso, un material no identificado cuando se requiere que lo esté, etc.

**Soldadura:** se refiere al proceso y el resultado de soldar; establecer una unión sólida entre dos cosas con un material que resulte similar o el mismo que el de ellas. En un sentido más amplio, soldar consiste en enmendar o reparar algo.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se hace referencia a la metodología utilizada, con la cual, se determinó el nivel, el diseño y las fases metodológicas de la investigación.

El propósito del proyecto es minimizar todos los desperdicios que hay presente en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma con el fin de aminorar los tiempos, obtener un producto de alta calidad y que no tenga imperfecciones y exceso de material utilizado en dicho proceso. De acuerdo con el propósito, la investigación se está desarrollando bajo los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para generar propuesta de mejoras y así solucionar los problemas existentes.

#### **3.1 Tipo de investigación**

De acuerdo a la naturaleza del estudio, el mismo estará enmarcado dentro de la modalidad de un Proyecto Factible, el cual es aquel proyecto que, por sus características, pueden materializarse para brindar solución a determinados problemas. Esto quiere decir que los proyectos factibles son viables y permiten satisfacer una necesidad concreta, detectada tras un análisis previo.

Según Mijares, H. y García, L. (2007) un proyecto factible consiste en la “elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (p.05).

#### **3.2 Diseño de la Investigación**

Esta investigación se basará en un diseño de campo, debido a que el proceso de recolección de datos será directamente realizado donde ocurren los hechos. Según Arias, F. (2012), el diseño de la investigación es “la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado” (p. 26).

Así mismo, Amador (2009), establece en su guía metodológica, que, en la investigación de campo, “el investigador realiza el estudio en el lugar donde sucede el fenómeno por investigar”.

También siguiendo este orden, se puede definir la investigación como un proyecto documental, gracias a que está enmarcado en el análisis e interpretación de fuentes documentales, así como fuente de la empresa Dicentro Balanzas C.A. este diseño de investigación se puede definir gracias a Palella y Martins (2010), que expresan que, “Se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos escritos u orales, uno de los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras históricas” (p.90).

### **3.3 Nivel de la Investigación**

De acuerdo a su nivel investigativo, se considerará descriptiva, ya que en ella se interpretarán realidades y hechos particulares sobre la naturaleza, comportamiento o proceso de algún fenómeno. Según Arias, F. (2012), la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 24).

De esta manera, el proyecto a desarrollar pretende analizar y describir características significativas del proceso de soldadura, para minimizar los desperdicios que hay presentes en dicho proceso con el fin de aumentar la productividad de la fabricación de las balanzas de plataforma implementando herramientas de ingeniería industrial y recursos que la empresa tiene a su disposición para el aprovechamiento de automatización del proceso de soldadura.

En otro orden de ideas, Arias, F. (2012), considera a la investigación documental como “el proceso basado en la búsqueda y análisis de datos secundarios, es decir, datos registrados por otros investigadores en fuentes documentales, empresas, audiovisuales o electrónicas” (p.84). La presente investigación cumple con estas características, ya que se revisarán los documentos propios de la empresa, tales como: estadísticas, reportes de producción, indicadores de gestión, entre otros.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

Según Arias, F. (2012), define a la población como:

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, esta queda delimitada por el problema y los objetivos del estudio” (p.81).

Referente a lo antes mencionado se logra puntualizar que son elementos con características comunes para lograr llevar a cabo el proyecto de investigación que en este caso es en la empresa Dicentro Balanzas C.A., ubicada en la Zona Industrial Pruinca, Guacara, Edo. Carabobo.

La población a utilizar en este proyecto son los tres tipos de balanzas que manufactura dicha empresa que son las siguientes:

- Balanzas romanas
- Balanzas de plataforma
- Balanzas de gancho

#### **3.4.2 Muestra**

Según Arias, F. (2012) define a la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83). Tomando esto como referencia tenemos que la muestra es un grupo o zona seleccionada en donde se aplicara la investigación con el fin de mejorar dicha muestra.

Ya con esto se puede concluir que la muestra va dirigida directamente a las balanzas de plataforma que se subdividen en 4 mediadas que se explican de la siguiente manera:

- Balanza de plataforma 90cm\*90cm
- Balanza de plataforma 120cm\*120cm
- Balanza de plataforma 150cm\*150cm
- Balanza de plataforma 200cm\*200cm

### 3.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1 Técnicas

Según Arias, F. (2012) “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p. 67). dicho autor indica que “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. De esta forma la técnica que será utilizada en este proyecto de acuerdo con el diseño de la investigación es la observación mediante el instrumento de la observación directa, ya que se implementará el uso de cámaras y se realizará diariamente en el campo es decir en el área donde se está generando el problema, que en este caso es el área de la soldadura.

Además, los datos necesarios para realizar el estudio se tomarán a través de fuentes primarias y secundarias como lo expone Sabino (2007): Los datos primarios son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos. Los datos secundarios, por otra parte, son registros escritos que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores.

- Por esta razón en primer lugar se realizará una **observación directa** como se mencionó en el punto anterior, Arias (2012) hace mención “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p. 69). Se aplicará en el proceso de la soldadura de las balanzas de plataforma de manera que cuando se haga el proceso se analice de manera visual los errores presentes en dicha área con el fin de mejorarla.
- Como segundo lugar se utilizará **la entrevista no estructurada** descrita por Amador (2008) y explica que:  
“Es más flexible y abierta, aunque los objetivos de la investigación rigen a las preguntas; su contenido, orden, profundidad y formulación se encuentra por entero en manos del entrevistador. Si bien el investigador, sobre la base del problema, los objetivos y las variables elabora preguntas

antes de realizar la entrevista, modifica el orden, la forma de encabezar las preguntas o su formulación para adaptarlas a las diversas situaciones y características particulares de los sujetos de estudio” (p.72).

Dicha entrevista ira dirigida al personal que realiza la operación de soldadura de estas balanzas con el fin de saber sus recomendaciones al momento de la aplicación de las herramientas a aplicar en esta área para disminuir los desperdicios observados. Será aplicada en la empresa Dicentro Balanzas.

- Por último, se utilizarán como datos secundarios libros de texto o en línea, normas y trabajos especiales de grado, además de los documentos provenientes de departamentos de apoyo al área de producción tales como planificación, control de procesos, investigación y desarrollo, y gestión de gente, para obtener las herramientas apropiadas de acuerdo a las necesidades presentes. Esto se define principalmente como la **revisión documental** que, según Arias, F (2012) la define como “en un proceso basado en la búsqueda, análisis, crítica e interpretación de datos obtenidos y registrados por otros investigadores, en fuentes documentales impresas, audiovisuales o electrónicas” (p.90). gracias a esto, se podrá evidenciar los desperdicios del proceso de soldadura reconocidas en la observación directa y se accederá a la información suministrada por el Departamento de Producción.

### **3.5.2 Instrumentos**

La investigación actualmente no se limita a fuentes impresas, esto es gracias al gran uso del internet, a lo largo del tiempo cada vez existen más sitios que ofrecen mucha información de diversos temas a tratar. Por consiguiente, solo se hizo uso de la computadora y sus unidades de almacenaje.

- **Ficha de Observación:** Para la observación directa se utilizará como instrumento a Hoja de Observación, que, para Arias, F. (2012) la define, “como un instrumento en el que se indica la evaluación de un aspecto o conducta a ser observada”. (p.70). De tal modo, que la misma permitirá registrar los datos

observados necesarios que conllevan a determinar los factores que afectan la situación planteada y con ello buscar oportunidades de mejoras.

- **Análisis de Contenido:** Para la aplicación de la revisión documental se utilizará el análisis de contenido, según Jaime Andréu Abela (1998)  
“El análisis de contenido se basa en la lectura (textual o visual) como instrumento de recogida de información, lectura que a diferencia de la lectura común debe realizarse siguiendo el método científico, es decir, debe ser, sistemática, objetiva, replicable, y válida.” (p. 2)
- **Diagrama de Pareto:** Con los datos obtenidos, en este caso en específico, con la jerarquización de las causas más recurrentes y significativas sobre el proceso productivo de la organización, se construyó el Diagrama de Pareto, para efectuar el análisis y detectar las causas vitales que, puedan estar originando desperdicios en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma en la empresa Dicentro Balanzas C.A.
- **Diagrama de Causa-Efecto:** De acuerdo con Galgano (1995), el análisis causa-efecto es un “proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la *fotografía* de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado”. (p. 99)
- **Registro Fotográfico:** Según Jon Prosser (2008) señala:  
“la escasa valoración y marginación del registro fotográfico se deben a razones históricas vinculadas con la ortodoxia de los ámbitos académicos, en los que el énfasis está puesto en la palabra en desmedro de la imagen. Históricamente, en Occidente, se ha privilegiado el mundo del habla como la forma más alta de práctica intelectual, en tanto que las imágenes han sido consideradas tradicionalmente como ideas de segundo orden.” (p. 149)

Dicha técnica ayudara a plasmar de manera gráfica el puesto de trabajo con el fin de avalar todo lo escrito en fotografías explícitas, y mostrando así los problemas que generan desperdicios en el proceso de soldadura.

### **3.6 Fases de la Investigación**

#### **Fase I: Diagnóstico de la situación actual.**

- La observación directa fue una herramienta utilizada para diagnosticar la situación actual, a través de ella se puede obtener información sobre cómo se está realizando el proceso y como los operarios lo están llevando a cabo.
- Se hizo un análisis visual de las balanzas de plataforma actuales para cuantificar el número de hilos de soldadura que ésta posee y saber las imperfecciones que la misma tiene.

#### **Fase II: Análisis de las causas del diagnóstico.**

- Se hará un análisis de las condiciones de trabajo, las posturas del trabajador y los tiempos empleados a la hora de hacer el proceso de soldadura de una balanza no son óptimos.
- Las oportunidades de mejora que puede existir en el proceso serian a disminución del tiempo de la actividad con el fin de aumentar la productividad y aumentando la calidad del producto con un costo menor al actual.
- Se hará un estudio ergonómico del proceso, que posiblemente se obtenga grandes peligros con respecto a las posiciones del trabajador que en el momento no se ven afectadas, pero, al ser un trabajo repetitivo genera daños crónicos en la espalda, cuello, brazos y piernas, lo cual perjudica a dicho trabajador y la empresa se ve obligada a sustentar el bienestar que tenga el trabajador con esta operación.

#### **Fase III: Diseño de un plan estratégico.**

En esta fase se plantearon mejoras en el proceso mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial y la implementación de maquinaria automatizada de acuerdo a las causas estudiadas en la fase anterior, con el fin de dar solución a cada una de ella y poder reducir al máximo la cantidad de desperdicios generados en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.

**Fase IV: Evaluación de los costos-beneficios de la implementación del plan estratégico.**

En esta fase se tomó en cuenta todos los costos que están interviniendo en las mejoras planteadas con el fin de compararlos con los beneficios tangibles que estas puedan generar. Haciendo una evaluación económica de la propuesta por medio de la relación costo/beneficio se obtuvo información indispensable para saber si es un proyecto factible para ser aplicado en el proceso de soldadura en la empresa Dicentro Balanzas C.A.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se aplicaron cada una de las fases planteadas para poder así cumplir de manera efectiva el objetivo general de la investigación, que vendría siendo una propuesta de un plan estratégico en la empresa Dicentro Balanzas C.A. para la disminución de los desperdicios generados en el proceso de soldadura de las balanzas, a través de técnicas de ingeniería industrial.

#### **4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual.**

Para poder diagnosticar la situación actual del proceso de soldadura, se utilizó la observación directa, para describir dicho proceso y la forma de operación que llevan a cabo los operarios. Una vez descrito el proceso se realizó un diagrama de operaciones del proceso de soldadura original siguiendo al operador para conocer el número de operaciones, inspecciones y traslados que este realiza, y por consiguiente diagnosticar lo que sucede realmente en el proceso.

##### **4.1.1 Descripción del proceso de soldadura de las balanzas de plataforma de Dicentro Balanzas C.A.**

###### **· Área de trabajo**

El área de soldadura está destinada a las uniones permanentes de todas las piezas metalmecánicas que son realizadas en dicha empresa siguiendo los estándares de calidad que son establecidos por la empresa según la ISO-9001, principalmente las balanzas de plataforma de 4 modelos diferentes.

En las figuras 1 y 2 se pueden observar las vistas aéreas del área que está destinada para el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma. Se puede observar que contiene las 2 mesas de trabajo que son dedicadas para este proceso. También tienen vallas de separación de área que cumplen la función de proteger del destello generado por la soldadura MIG hacia las áreas adyacentes. En la figura 1 se puede observar en la zona del fondo que se encuentra el inventario de materia prima pesada





**Figura 2:** Vista aérea de la zona de soldadura  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 3:** Vista aérea del galpón  
**Fuente:** Marin C. (2019)

El propósito del proceso de soldadura es que dichas uniones permanentes sigan los estándares establecidos con el fin de que la balanza salga de la empresa de manera óptima y no tener rechazo por parte de los clientes o alguna imperfección a la hora de ser utilizada, como por desprendimiento del hilo de soldadura. Debido a esto, la empresa establece un continuo chequeo de todas las operaciones que se realizan,

siguiendo las etapas de todo el proceso de elaboración de las balanzas de plataforma, tales como la recepción de materia prima, corte, doblado, perforado, llegando así al proceso de soldadura.

- **Descripción de los equipos y materiales utilizados en el proceso**

En el proceso de soldadura se utiliza una máquina de soldar llamada Miller con un voltaje de operación de 220V, dicha máquina genera una soldadura llamada Microway o MIG por sus siglas en inglés (Metal Inert Gas), la misma tiene como característica principal se de mayor resistencia que la convencional por su alto nivel de calor para fundir el material a utilizar para proceder a su unión permanente. Se puede observar en la figura 4 la máquina utilizada.



**Figura 4:** Máquina Miller soldador Microway MIG

**Fuente:** Marin C. (2019)

En esta misma figura se puede notar todos los implementos de seguridad utilizados por el operario en el proceso de soldadura, que son como los guantes protectores de calor de cuero, las mangas de brazos de cuero, chaqueta de soldador.

En la figura 5 se observa el material utilizado para hacer la unión permanente de las piezas de la balanza de plataforma, dicho rollo tiene un peso de 15kg., y este va puesto en la maquina Miller, el consumo del mismo es automática con tan solo acercar la punta de soldador él va rodando para suplir el material a utilizar.



**Figura 5:** Rollo de alambre de hierro MIG  
**Fuente:** Dicientro Balanzas C.A. (2019)

- **Descripción de las condiciones de trabajo en donde se realiza el proceso**

Las condiciones actuales del área de trabajo no son las más adecuadas posibles ya que hay desorganización en el departamento de producción con respecto a las localizaciones de las mesas de trabajo, en las figuras 1, 2, 6 y 7 se puede observar las fallas notables con respecto a las ubicaciones de cada implemento utilizado a la hora de realizar el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.

En la figura 2 se observa unas vallas protectoras, están cumplen la función de proteger las áreas adyacentes a esta, ya sea por destello de soldadura, chispas de trabajos de esmeril, etc. Pero se evidencia que la localización de las mismas no es la mejor ya que no protege por completo las áreas de trabajo al momento de realizar las soldaduras pertinentes.

- **Proceso de soldadura de balanzas de plataforma**

El proceso de soldadura de las balanzas de plataforma se inicia con la preparación de las herramientas y el lugar de trabajo, luego, con la recepción de las láminas y los

cortes en U de láminas que harán la función de refuerzo a la hora de su utilización con los pesos que la balanza soporte. Dichas piezas son puestas en cualquiera de las mesas de trabajo, esto ya depende del número de balanzas que llegan al proceso de soldadura en simultaneo. (ver figura 2 y 3)



**Figura 6:** Mesa de trabajo 1  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 7:** Mesa de trabajo 2  
**Fuente:** Marin C. (2019)

Las piezas que son puestas en las mesas de trabajo se proceden a juntar y superponer siguiendo los planos establecidos por la empresa para poder así proceder a

la preparación de los hilos de soldadura. Esto lo realizan con tizas marcando en la zona donde irá el hilo de soldadura que son aproximadamente más de 40 marcas. Al hacer dichas marcas el operario se ve obligado a movilizarse alrededor de la mesa de trabajo con el fin de hacer todas las marcas pertinentes, esto es porque la balanza esta estática en la mesa de trabajo y hay sitios donde el operario se le hace difícil acceder para elaborar dicha marca

También se observa que el operario se ve obligado a utilizar sargentos para ayudarse en la sujeción de las piezas con el fin de que las mismas no se muevan a la hora de hacer los hilos de soldadura encima de las marcas de tizas, estas soldaduras son realizadas con una máquina de soldadura Microway o (MIG). Los hilos de soldadura que son realizados con esta máquina tienen mejor resistencia y durabilidad que la soldadura convencional de electrodo, pero aun así la perfección y la calidad no es la más adecuada que se puede observar en la figura 8, 9 y 10.



**Figura 8:** Parte inferior de la balanza de plataforma  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 9:** Hilos de soldadura  
**Fuente:** Marin C. (2019)

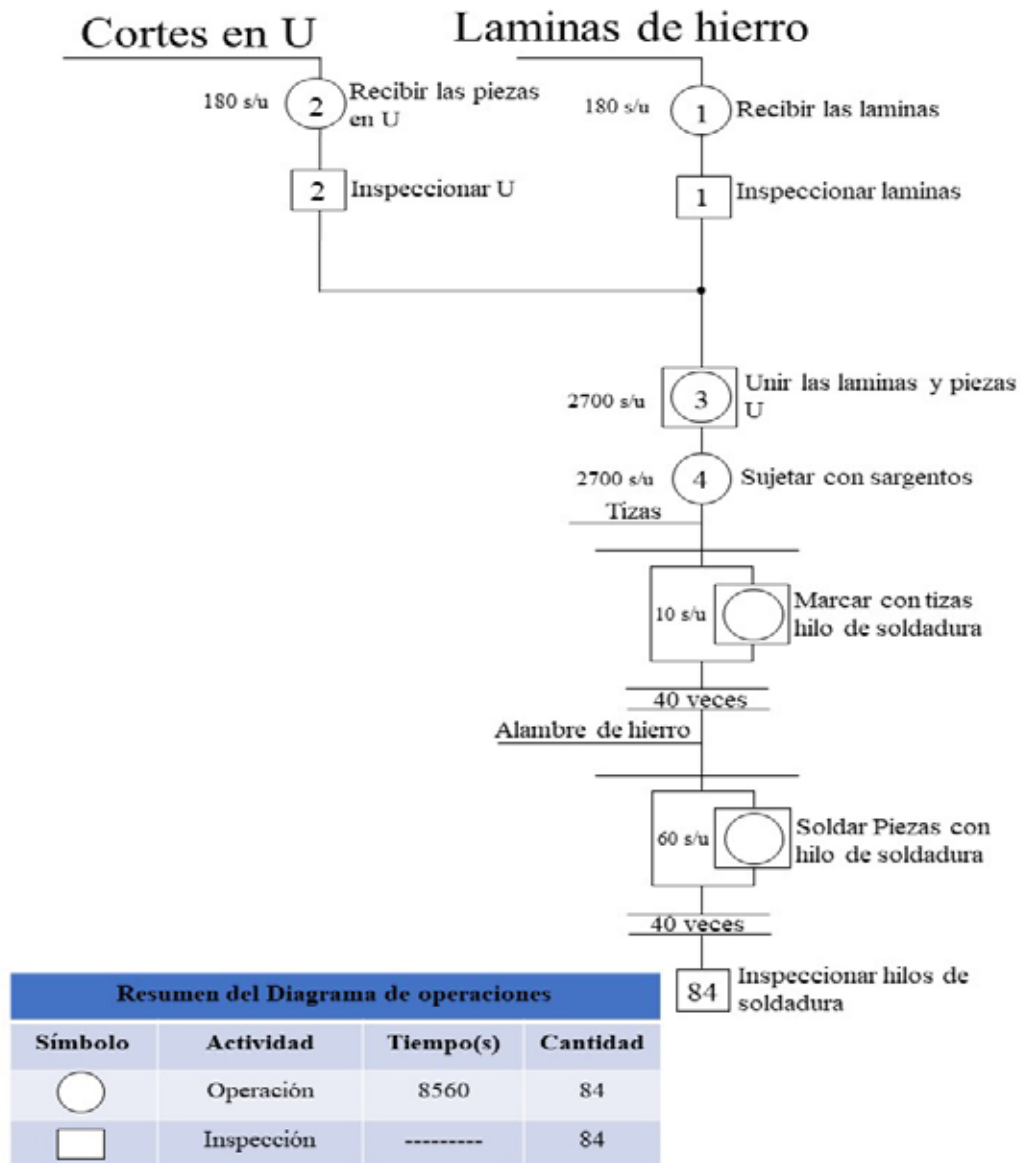


**Figura 10:** Hilos de soldadura  
**Fuente:** Marin C. (2019)

Cabe destacar que en todo el proceso se ven involucrados dos operarios, el que realiza la soldadura y el que hace la inspección de la misma y esto a lo largo de todo el proceso, al final ya que todos los hilos de soldadura están listos, se hace una inspección final de la balanza para proceder al proceso de armado y pintado de las mismas para finalizar en las verificaciones de carga.

A través de un diagrama de operaciones del proceso de soldadura siguiendo a los operarios se puede visualizar las cantidades de operaciones e inspecciones presentes en todo el proceso anteriormente dicho. En la figura 11 se puede observar las operaciones del proceso. no se realiza diagrama de operaciones para los procesos anteriores y posteriores ya que el proceso que está generando desperdicios es el de la soldadura y

dichos procesos se realizan todos en días diferentes, todo va con respecto a la planificación que tenga el departamento de producción.



**Figura 11:** Diagrama de operaciones actual del proceso de soldadura de las balanzas

**Fuente:** Marin C. (2019)

El diagrama de operaciones del proceso de soldadura arroja como resultado que el operador que realiza todas las operaciones que son un total de 84 tiene una duración de 8560 segundos, lo que equivale a 2.37 horas de trabajo solo para preparar a lo que se refiere a soldadura teniendo en cuenta que dicho operador debe tener descansos, esto

es porque el calor generado es muy alto, el descanso se establece con 1.5 horas de descanso lo que se refleja en la tabla 1 página 5, claro está que dichos descansos es entre intervalos de cada actividad realizada, por consiguiente el operador que se encarga de hacer las inspecciones tiene una cantidad total de 84 inspecciones a lo que se refiere de una sola balanza de plataforma, dichos operarios se reparten los trabajos para equilibrar la fuerza laboral ejercida en dicho proceso.

#### **4.1.2 Debilidades generadas en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.**

A través de la observación directa y el diagrama de operaciones del proceso se evidencian las debilidades existentes en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma de la empresa, estas debilidades son las siguientes:

1. El operador al recibir las piezas para su preparación de ajuste y marcas de hilos de soldadura lo hace de manera manual lo cual genera dificultades a la hora de llevar estas piezas al área de trabajo ya que las mismas son pesadas y en ocasiones se solicita ayuda de otros operarios para llevar las piezas a la mesa de trabajo para su preparación.
2. Al ser muchas marcas por balanzas se le hace un poco incomodo con respecto a la postura que dicho operador adopta para realizar la actividad, lo cual genera que los tiempos se vean afectados por descansos que debe tener para evitar problemas corporales.
3. Al realizar dicha soldadura la cual debe hacer más de 40 hilos, se está expuesto a un largo lapso de tiempo al calor que emite la soldadura MIG lo que ronda entre las temperaturas de 94°C a 171°C, la temperatura ideal de trabajo es de 30°C y el área está en constante calor. Esto puede generar problemas tales como: sarpullido, calambres, agotamiento e insolación. Dicho calor genera también que el operario sude más de lo normal lo cual le genera incomodad para trabajar y en ocasiones gracias a este calor la circulación sanguínea puede, estos son mecanismos de defensa del cuerpo para enfriarse ante altas temperaturas. Dichas temperaturas se pueden observar en las figuras 12 y 13.



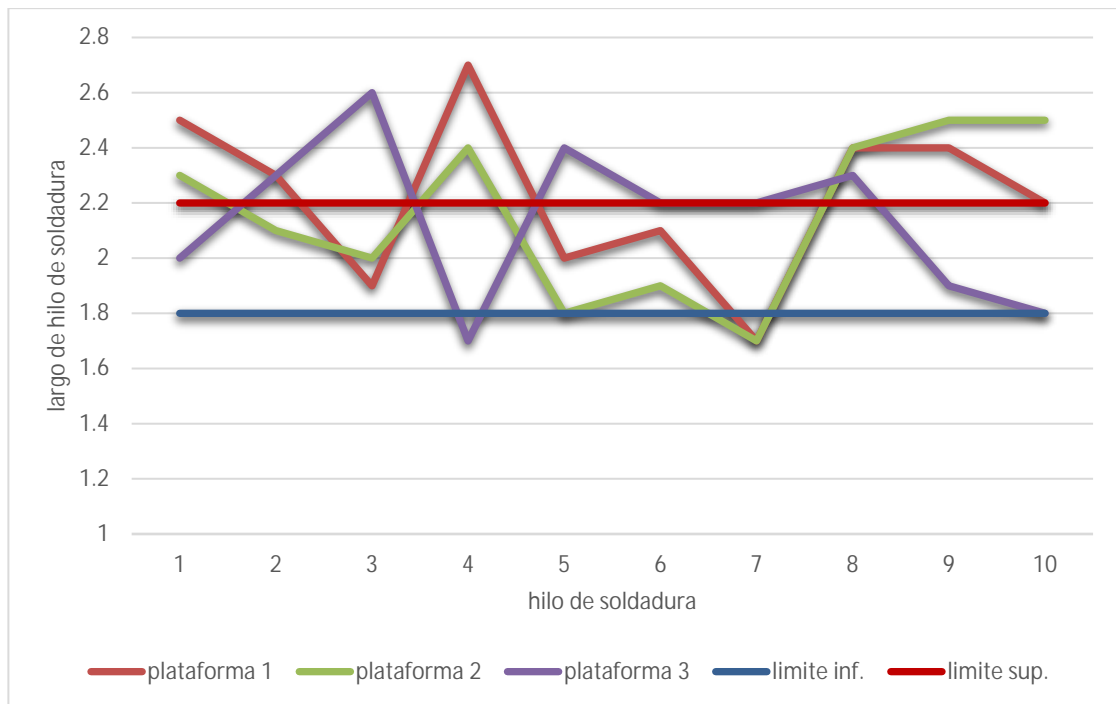
**Figura 12:** Temperatura menor de soldadura MIG  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 13:** Temperatura mayor de soldadura MIG  
**Fuente:** Marin C. (2019)

4. La movilidad de la balanza perjudica el proceso. la balanza esta puesta en la mesa y ésta es movida para que el soldador pueda hacer la soldaduras en los sitios donde se le es indicado previamente para hacer un trabado de la balanza, es decir, soldar en forma de equis para que la misma no tenga doblez en su puntas y pandeo, con el fin de que se le haga más fácil al operador hacer todos los hilos de soldadura adecuados, pero este proceso de trabado o soldar en equis la balanza hace que se tarde.

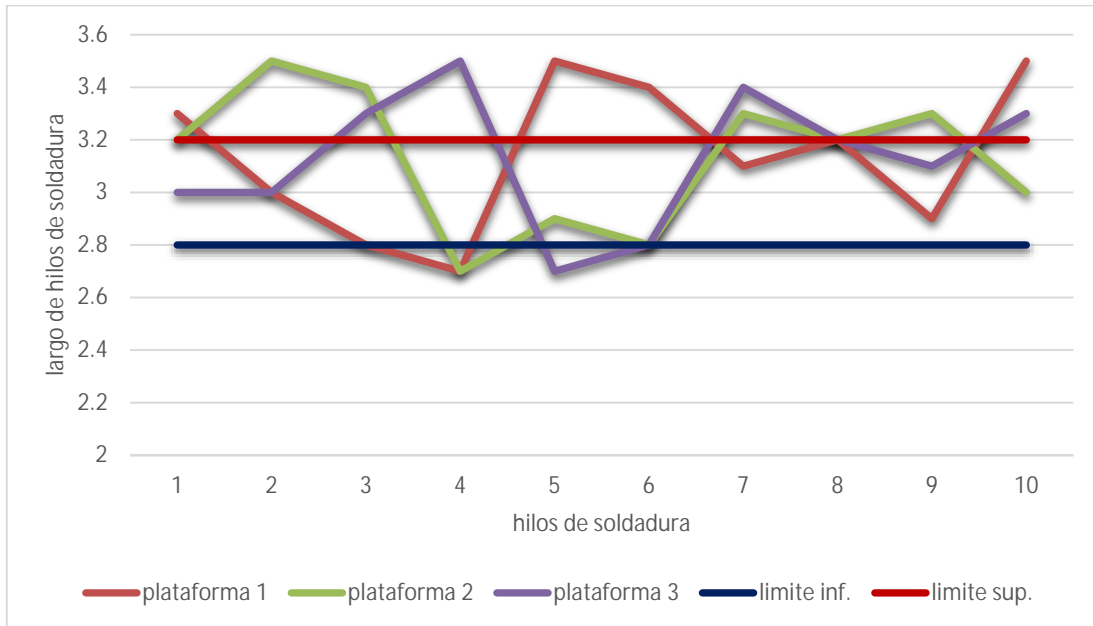
5. Los descansos se tiene un máximo de tiempo de soldadura de 30 min y con descansos de 10 a 15 min, este tiempo tiende a variar por la fatiga y el calor que presenta dicha soldadura.
6. Los hilos de soldadura al ser realizados por un operario, los mismo no quedan con la calidad, el largo y el espesor adecuado lo cual genera un rechazo por departamentos internos y genera un gasto de material mayor ya que el largo de la soldadura no es constante. En los siguientes gráficos se pueden observar los 4 modelos distintos de la muestra a trabajar y así visualizar lo disperejos que son los hilos de soldadura.



**Gráfica 2. Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 90cm\*90cm**

Elaborado por: Marin C. (2019)

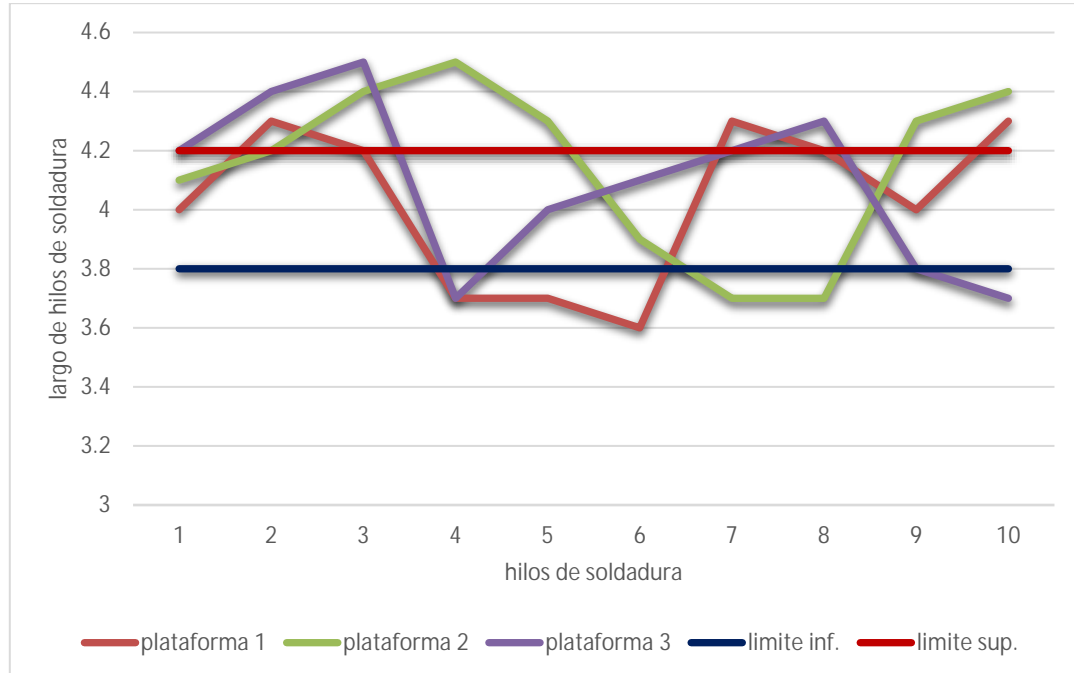
Fuente: Dicentro Balanzas C.A.



**Gráfica 3. Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 120cm\*120cm**

Elaborado por: Marin C. (2019)

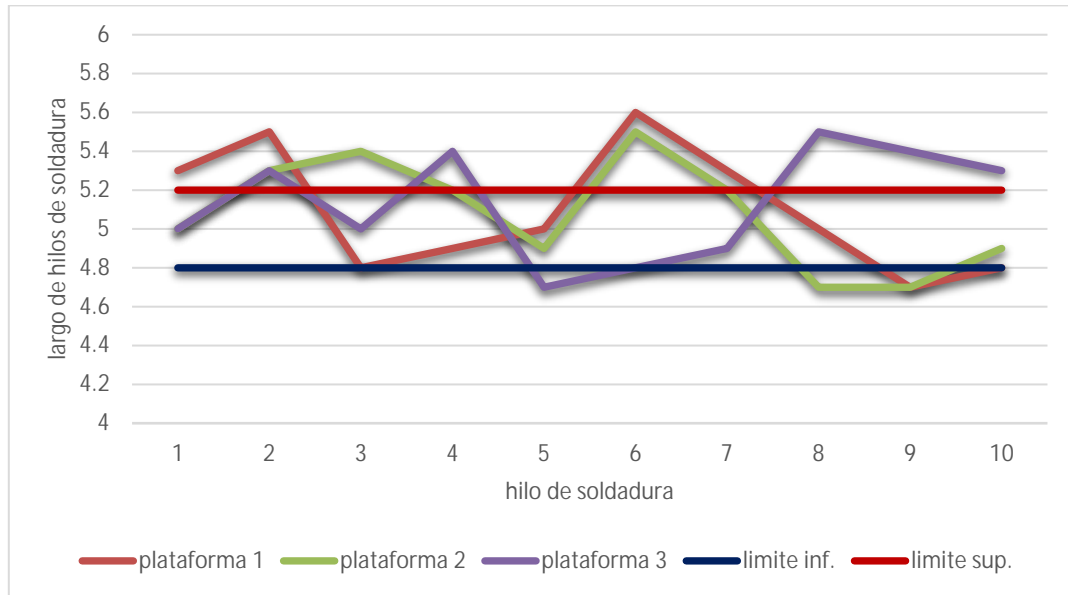
Fuente: Dicentro Balanzas C.A.



**Gráfica 4. Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 150cm\*150cm**

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.



**Gráfica 5. Medidas de los hilos de soldadura en las plataformas de 200cm\*200cm**

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

Se hizo unas inspecciones de las balanzas de plataforma que actualmente la empresa posee como inventario mínimo, y se escogió aleatoriamente 3 plataformas por cada modelo, por consiguiente, se obtuvieron datos con respecto al largo del hilo de soldadura que poseen las plataformas actualmente. Cabe destacar que solo se midieron 10 hilos aleatorios por plataforma ya que posee una cantidad de hilos mayor cercana a los 40.

Con respecto a lo anterior se encuentra que también se ve afectada de la calidad de la soldadura debido a que la misma depende de la profundidad que tenga a la mejor o peor resistencia de unión, y, por consiguiente, el acabado de la misma no es el más adecuado.

Con respecto a datos obtenidos se puede evidenciar que hay un desaprovechamiento del material con respecto al largo de cada hilo de soldadura, la razón principal es que no mantiene el largo que debe tener cada plataforma, sino que tiene una varianza de  $\pm 0.5$  pulgadas aproximadamente de la medida estándar, lo cual la empresa tiene un permitido de  $\pm 0.2$  pulgadas; y la consecuencia que genera esto es

la cantidad de alambre de hierro utilizado en la soldadura y la imperfección que tiene a simple vista de que los largos no son parejos, hace que la soldadura no sea la adecuada y tenga un acabado deficiente. Para cuantificar la cantidad de hilos de soldadura que esta fuera de especificaciones se procede a hacerlo de la siguiente manera, analizando la grafica de las balanzas de 90cmx90cm se tiene que hay un promedio de 4 hilos de soldadura que si están dentro de los parámetros establecidos de los 10 hilos de soldadura que se tomaron de muestra, lo cual representa que un 40% de los hilos de soldadura cumplen con lo anteriormente mencionado, teniendo en cuenta que en dicha balanza existen 40 hilos de soldadura siguiendo este porcentaje se tiene que, existen solo 16 hilos de soldadura que cumplen con los parámetros que en este caso es de 2 pulgadas con tolerancia de  $\pm 0.2$  pulgadas.

7. Al tener dos mesas de trabajo no se tiene un proceso estandarizado del área donde se debe la soldadura ya sea en la mesa de trabajo 1 o en la 2, lo cual genera una desorganización a la hora de hacer las balanzas de plataforma. Y esto genera que los tiempos no sean constantes y sean mayores a lo esperado.
8. Al haber tantas operaciones e inspecciones el trabajo se hace repetitivo incluso sabiendo que solo en esta área al día salen 2 balanzas, lo cual es poco para la empresa.

#### **4.2 Fase II: Análisis de las causas que afectan el proceso de soldadura en las balanzas de plataforma encontradas en el diagnostico**

En esta fase se aplican herramientas de la ingeniería industrial que permiten analizar todos los desperdicios que están presentes en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma, también se hizo una revisión documental y una observación directa ya teniendo en cuenta que son herramientas para diagnosticar para que así se pueda cuantificar las pérdidas generadas en dicho proceso de una manera más precisa. La finalidad de esto es saber cuánto por encima de los esperado, están los materiales, los tiempos, la mano de obra y los traslados para así encontrar estrategias que

disminuyan este desperdicio, además, se aplicaron técnicas para priorizar y analizar estas causas.

#### **4.2.1 Resumen de las debilidades observadas durante el diagnóstico realizado**

Esto es un resumen del diagnóstico se hizo en la fase anterior, Durante los meses de estudio se observó con mucho detalle el proceso de soldadura y las operaciones que son realizadas por los operarios en este puesto de trabajo, incluso se realizaron entrevistas no estructuradas con los operarios que están directamente en este proceso, con el jefe de producción, con el personal administrativo que regula los materiales utilizados en el proceso y el mismo jefe de la empresa. De esta manera se obtuvo muchas ideas con las debilidades que hay presentes en el proceso de las cuales se mencionan a continuación:

- No hay control del gasto de material de soldadura MIG presente en la balanza de plataforma.
- Descansos no necesarios en el proceso a criterio del operario.
- Tiempos dispares a la hora de realizar el proceso.
- Posiciones disergonómicas que presenta el operario a realizar las diferentes operaciones del proceso de soldadura.
- Existencia de un alto número de inspecciones en el proceso.
- Los hilos de soldaduras no siguen un patrón de medición constante.
- Calor excesivo en el proceso gracias a la soldadura MIG que es caracterizada por ser muy caliente.
- Traslados de la balanza de manera manual y en ocasiones se utiliza el puente grúa con un imán.
- Desorganización en el área de trabajo con respecto a los lugares de las mesas de apoyo.
- Destello de la soldadura es muy elevado, por ende, las áreas adyacentes se ven afectadas por dicho destello.
- Tiempo de proceso alto dando como resultado solo 2 balanzas diarias.

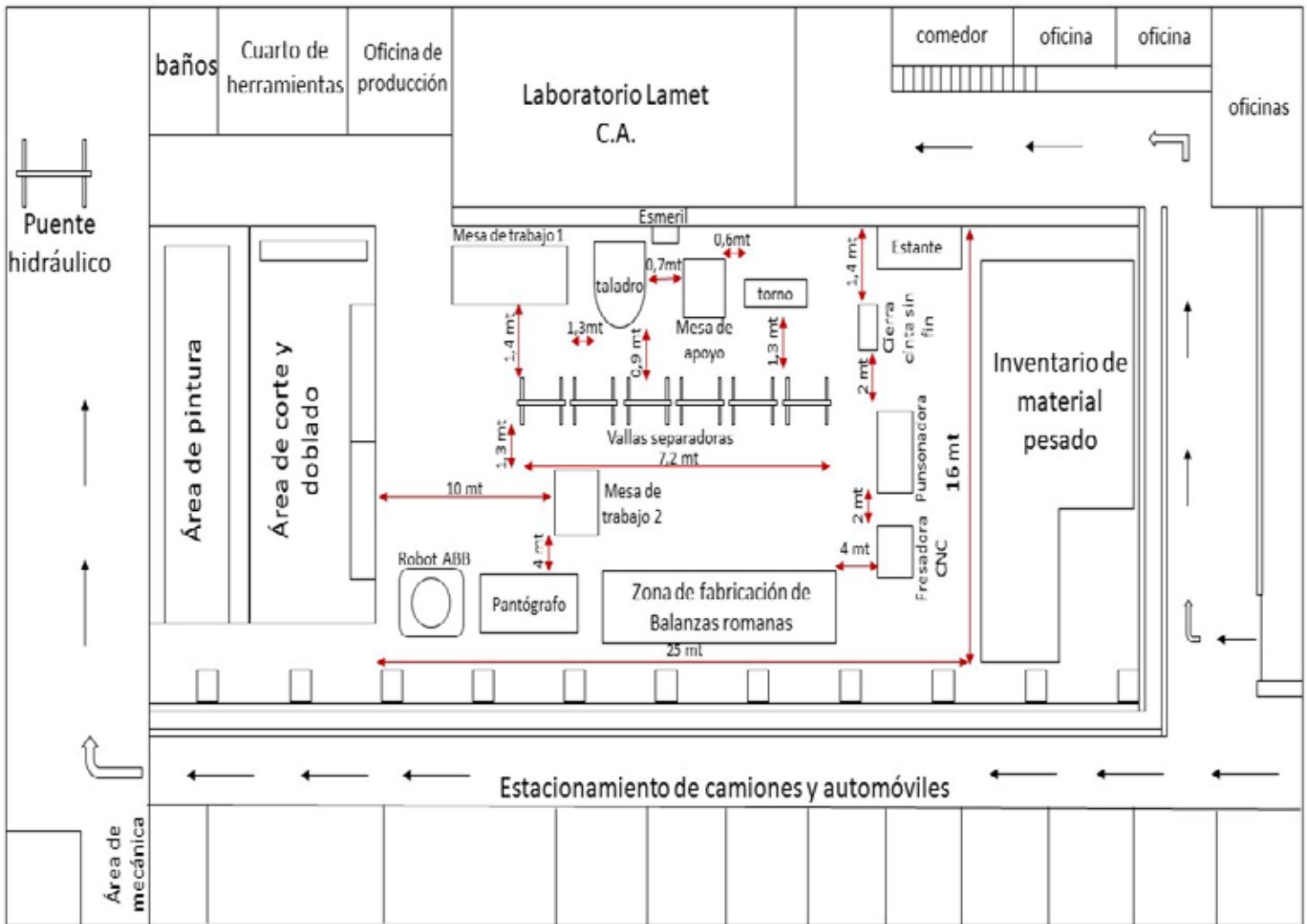
- Movilidad de la balanza en una mesa lisa sin posibilidad de fácil rotación.

Las debilidades anteriormente mencionadas son algunas de las causas al no cumplir con los parámetros adecuados para tener el menor índice de rechazo por los clientes o por los mismos departamentos anteriores que siguen del proceso de soldadura.

#### **4.2.2 Distribución del área de trabajo actual**

Actualmente la empresa posee una distribución del área de producción que no es aceptable ya que la localización de cada maquinaria, las mesas de trabajos, las vallas protectoras del destello de soldadura y entre otras cosas no están de la manera más adecuada y esto conlleva a desperdicios de movimientos y traslados que tenga el operario al realizar las actividades.

Se procedió a hacer un layout actual del área de producción con las medidas que existen en dicha área y también las medidas que hay entre maquinaria, mesas de trabajo y vallas protectoras, con el fin de identificar el poco espacio y la precaria distribución del área de trabajo. En la figura 14 se puede observar la distribución actual del área de producción.



**Figura14:** layout actual  
**Fuente:** Marin C. (2019)

Como se observa en la figura anterior, hay una desorganización en las posiciones de las mesas de trabajo en conjunto con las máquinas y las vallas protectoras, y también

existe maquinaria que no es aprovechada y está actualmente colocada en el sitio que se observa en el layout, esto genera que el área tenga poco espacio para moverse.

#### **4.2.3 Aplicación de la filosofía lean Manufacturing**

De acuerdo con los tipos de desperdicios que presenta el lean Manufacturing, a continuación, se hace una explicación de los desperdicios encontrados en el proceso de soldadura.

##### **1. Defectos**

Las balanzas de plataforma tienen notables defectos con respecto a los hilos de soldadura, esto va de la mano con el largo del mismo, la profundidad que tenga el hilo de soldadura y la apariencia que posee. Los hilos de soldadura al estar en la parte inferior de la balanza normalmente no se le presta mucha atención ya que es la zona que está totalmente paralela al suelo donde la misma reposa, por ende el cliente muy pocas veces las ve, sin embargo en los departamentos siguientes son consideradas y en ocasiones se ha visto que la balanza es rechazada por los hilos de soldadura que no quedan de manera óptima, y con esto evitar tener devoluciones por clientes, ya que se corre el riesgo de que la soldadura al no quedar bien se pueda desprender al ser utilizada en grandes pesajes ya que la misma tiene capacidades de más de una (1) tonelada. Es importante resaltar que, debido a este control, la empresa no ha tenido rechazos por parte de los clientes

##### **2. Movimientos innecesarios y compromiso musculo esquelético**

En el proceso de soldadura los operarios generan movimientos que le exigen un compromiso de sus cuerpos, como por ejemplo en la recepción del material se hace de manera manual y se coloca en la mesa de trabajo o de apoyo para proceder al posicionamiento de las piezas, seguidamente al marcar los hilos de soldadura y al final al realizar la soldadura pertinente; Cabe destacar que estas actividades anteriormente mencionados el operario las hace de pie y con inclinaciones del torso, los brazos y el cuello, sabiendo que las balanzas de plataforma tienen unas medidas que van desde la 90cm\*90cm hasta la de 200cm\*200cm, esto hace que el operario tenga sitios que no

son de fácil acceso y se le es obligado moverse alrededor de toda la mesa de trabajo para llegar a dichos sitios para que así pueda ajustar, marcar y soldar las piezas para su unión permanente.

A continuación, se aplicó el método REBA para identificar el nivel de compromiso musculo esquelético que asume el operario en el proceso de soldadura, porque a simple vista se puede decir que es propenso a tener daños severos a lo que se refiere en la parte corporal, sabiendo que en una balanza dura un aproximado de 4 horas en culminar el proceso de soldadura.

En la figura 15 Se puede observar que hay muchos movimientos disergonómicos que suceden cada vez que el operario realiza el proceso de soldadura de cada balanza de plataforma, se observó al operario en la realización de dos balanzas en el día para poder recoger todos los datos obtenidos.

En el diagrama de operaciones del proceso de soldadura presente en la figura 7 se puede observar que al marcar los puntos donde irán los hilos de soldadura y al realizar dichos hilos de soldadura se concluye que es una operación muy repetitiva, lo cual le genera mucha fatiga en el operario y se ve obligado a tomar descansos necesarios para no sufrir daños severos en el cuerpo.

Aplicado ya el REBA da un resultado de 11 Puntos lo cual es preocupante ya que está dentro del rango de 11 y 15 se ubica en el nivel que se denomina de acción inmediata, es decir, hay que cesar las operaciones del proceso de soldadura de forma instantánea ya que este proceso genera problemas musculo esqueléticos severos, el operador se ve afectado en un constante daño a largo plazo con respecto a todas las posturas de su cuerpo que él está adoptando para finiquitar esta operación, se requiere actuar inmediatamente para reducir el riesgo que esto genera ya que con el tiempo a mediano plazo por fatigas, lesiones puede adquirir una enfermedad musculo esquelética. Se puede observar los resultados de la aplicación del método REBA en la figura 15.

### Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco

#### CUELLO

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	

#### PIERNAS

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)

#### TRONCO

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión >20° extensión	3	
> 60° flexión	4	

#### TABLA A

PIERNAS		TRONCO				
		1	2	3	4	5
CUELLO	1	1	2	3	4	5
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
	5	5	6	7	8	9
CUELLO	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
	5	5	7	8	9	9

#### TABLA B

MUÑECA		BRAZO					
		1	2	3	4	5	6
ANTEBRAZ	1	1	1	1	3	4	6
	2	2	2	2	4	5	7
	3	3	3	3	5	6	8
ANTEBRAZ	1	1	1	2	4	5	7
	2	2	2	3	5	6	8
	3	3	3	4	5	7	8

#### TABLA C

Puntuación B		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7	7	7	7
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	6	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10	10	10
8	7	7	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
9	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
15	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

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

### Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas

#### ANTEBRAZOS

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
<60° flexión >100° flexión	2

#### MUÑECAS

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	

#### BRAZOS

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay abducción o rotación.
>20° extensión	2	+1 si hay elevación del hombro.
20°-45° flexión	3	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>90° flexión	4	

#### Resultado TABLA B

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

Empresa: .....  
 Puesto de trabajo: .....  
 Realizó: .....  
 Fecha: .....

**PUNTAJE A** = 6 + 2 = 8

**PUNTAJE B** = 3 + 1 = 4

**PUNTAJE FINAL** = 8 + 4 = 12

**C=10+1=11**

**NIVEL DE ACCIÓN:** 1 = No necesario; 2-3 = Puede ser necesario; 4 a 7 = Necesario; 8 a 10 = Necesario pronto; 11 a 15 = Actuación inmediata

Figura15: Hoja de campo del método REBA  
 Fuente: Marin C. (2019)

### **3. Traslado**

El operario al recibir las láminas y las piezas en U las coloca en las mesas de apoyo, en ocasiones les llegan varias unidades de estas piezas y utiliza ambas mesas para hacer un almacenado temporal mientras que la balanza es preparada para su proceso de soldadura; una vez la balanza esta lista, pasan a las demás, dejando dicha balanza en una mesa de trabajo. El operario se traslada a la zona de trabajo para proceder a su soldadura, es importante destacar que no hay un orden con respecto a los movimientos que el operario le hace a las balanzas e incluso el orden de movimientos del operario alrededor del puesto de trabajo, por ende hace mucho recorrido, varía con respecto a las posiciones de las piezas de la balanza de plataforma; claramente se puede evidenciar que este es un desperdicio ya que el producto y el operario tiene traslados innecesarios que hace que el proceso se alargue.

### **4. Retrabajo**

En el proceso de soldadura una vez se hacen las marcas de los hilos de soldadura, en ocasiones se revisan para que dichas marcas estén en el sitio que está estipulado en los planos, y así proceder a su unión permanente por la soldadura MIG, varias veces se observó que el operador revisa nuevamente como está la marca para verificar el sitio donde colocara el hilo de soldadura, sin embargo haciendo constantemente estas revisiones, se evidencio que los hilos quedan a medidas disparejas, y esto se debe a que la longitud del hilo no sigue un patrón con respecto a los demás, tal como se mostró en las gráficas de la 2 a la 5, donde se puede evidenciar que es un desperdicio notable de alambre de hierro, la empresa tiene un estimado de gasto por balanza de alrededor de 500 gramos por balanza, cabe destacar que no tienen esto cuantificado sino que es un dato dado por la experiencia que tienen los operarios; haciendo el cálculo con las balanzas de 90cmx90cm que poseen 40 hilos de soldadura, por cada hilo es un aproximado de 12.5 gramos, ahora bien, sabiendo esto, con respecto al promedio de medida de lo hilos de soldadura rondan entre las 2.3 a 2.5 pulgadas, estos datos se pueden evidenciar en la gráfica 2, y la medida estándar que debe tener cada hilo de soldadura es de 2 pulgadas.

Teniendo todo esto, se puede decir que cada hilo de soldadura debe tener un gasto de 10.41 gramos, por consiguiente, en cada balanza debe haber un uso total constante de 416.40 gramos. Lo cual se concluye que hay un desperdicio por balanza de 83.60 gramos, Estos datos es para el ejemplo de la balanza de 90cmx90cm, ya cuando se haga el mismo cálculo para las balanzas de 120cmx120cm, 150cmx150cm y 200cmx200cm, el gasto de alambre de hierro para los hilos aumenta drásticamente ya que al ser las balanzas más grandes necesitan un hilo de soldadura más largo y una mayor cantidad de estos, y ese valor en gramos en una producción alta de balanzas se verá reflejado en un desperdicio importante, teniendo en cuenta que cada carrete de alambre de hierro cuenta con 15kg en su totalidad.

## **5. Tiempo**

Durante el tiempo de tres (3) meses de evaluación directa (julio, agosto y septiembre del 2019) sobre el proceso de soldadura, se apreciaron paradas no programadas que aumentan el tiempo de dicho proceso, ya sea por falta de organización en la preparación de los implementos de soldadura a la hora de realizar la operación, o paradas por descansos obligatorios por la fatiga que genera este proceso y también por el calor que la soldadura genera, también a causa del destello que se produce en el proceso, el operario se le ve obligado a hacer paradas por molestias visuales que la misma genera.

Además de lo anterior, el tiempo del proceso también se ve afectado por las veces que la balanza se mueve para realizar las marcas de la soldadura y colocar los hilos de soldadura en sí, debido a que el del operario debe acceder a zonas de la balanza que no tiene fácil acceso.

Para poder tener una noción del tiempo que se está perdiendo en el proceso de soldadura, en la tabla 4 se describe un registro de algunas paradas que no fueron programadas, esto fue medido mediante el método de cronometrado mientras se elaboraban dos balanzas de plataforma fabricadas en una jornada laboral.

Al tener los resultados de la tabla 4 se puede evidenciar que hay una gran necesidad de mejorar el rendimiento de la operación de soldadura ya que se hace un

cuello de botella en este proceso por las diferentes paradas no programadas que hay presentes, la diferencia de lo estimado por balanzas diarias en tiempo es de 4 horas por balanza, en la tabla dio como resultado de 55.6 minutos por encima de lo estimado, esto hace que una balanza queda por fuera de la jornada trabajada en el día y se culmina al día siguiente o se trabaja horas extras para culminar dicha balanza de plataforma.

**Tabla 4. Registro de paradas no programadas en la fabricación de dos balanzas**

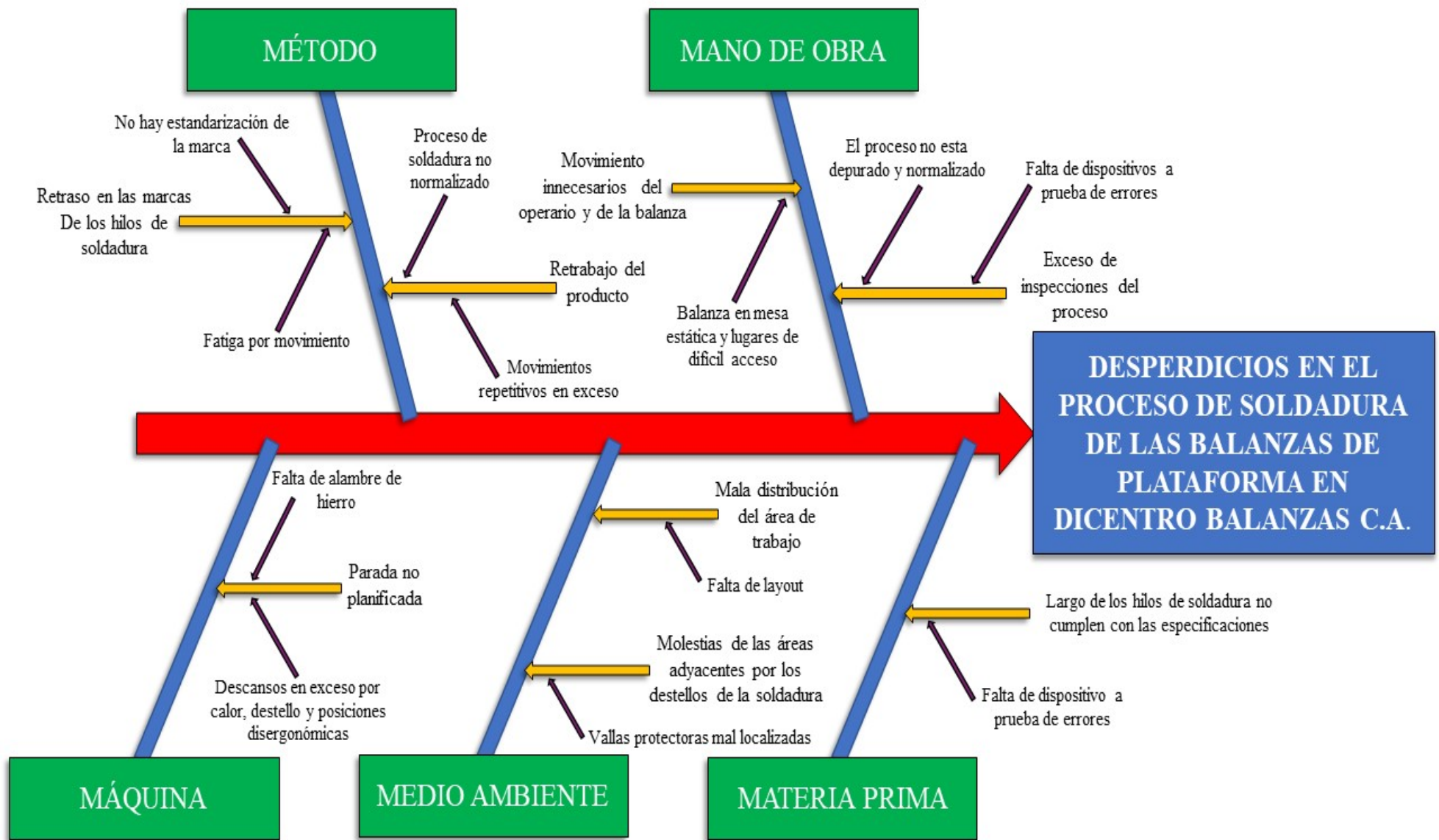
ACTIVIDAD	RAZON	REPETITIVIDAD	TIEMPO (min)
Preparación del área de trabajo	No se encontraban implementos necesarios	1	5
Preparación para hilos de soldadura	Las marcas no quedaban en el sitio adecuado y se rehacían	50	10
Movilidad de la balanza y del operario	Se hacen movimientos innecesarios	40	8
Elaboración de la soldadura	Debe verificar constantemente al empezar y al finalizar cada hilo de soldadura	84	12.6
Descansos	Paradas por altas temperaturas y posturas indebidas que causan fatiga	40	20
<b>TOTAL</b>		94	55.6

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

#### **4.2.4 Identificación y evaluación de los desperdicios en el proceso de soldadura**

Además de los tiempos, durante la observación fueron identificados los desperdicios presentes en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma, dichos desperdicios fueron agrupados en cinco (5) ramas importantes las cuales son: maquina, métodos, mano de obra, medio ambiente y materia prima. y con esta información se elaboró el diagrama causa y efecto (ver figura 16).



**Figura16:** Diagrama causa-efecto  
**Fuente:** Marin C. (2019)

A continuación, se muestran de manera detallada el resumen donde se exponen las debilidades que fueron encontradas en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma, con ello se evidencia el desperdicio que es tangible tanto como el intangible que va asociada a cada una de los mismos, Ver tablas siguientes (de la 5 a la 9).

**Tabla 5. Resumen 1 detallado de las causas registradas del proceso**

<b>RAMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFEECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DESPERDICIO</b>
<b>MÉTODO</b>	Retraso es las marcas de los hilos de soldadura	No hay estandarización de la marca	Al hacer este proceso no tiene una estandarización de la marca y por ende todas salen dispares, hay una falta de un dispositivo que sea del mismo tamaño para que así todas sean iguales a la hora de hacer la marca	*Tiempo *Retrabajo
		Fatiga por movimiento	La balanza al estar estática en la mesa de trabajo, al operario se le hace difícil acceder a los sitios donde debe hacer las marcas pertinentes, por ende, se le ve obligado moverse alrededor de la misma o mover la balanza misma sabiendo que esta tiene un peso moderado.	*Tiempo *Traslado *Movimientos innecesario

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicentro Balanzas C.A.

**Tabla 6. Resumen 2 detallado de las causas registradas del proceso**

<b>RAMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DESPERDICIO</b>
MÉTODO	Retrabajo del producto	Proceso de soldadura no normalizado	Dicho proceso no tiene un orden adecuado al realizar los hilos de soldadura, por ende, hay desorganización del mismo	*Tiempo
		Movimientos repetitivos en exceso	Al realizar los hilos de soldadura pasa lo mismo que las marcas, hay mucho movimiento por parte del operario alrededor de la mesa de trabajo y movimiento de la balanza para poder hacer las soldaduras	*Tiempo *Traslado *Movimientos innecesario
M.O.	Movimientos innecesarios del operario y de la balanza	Balanza en mesa estática y lugares de difícil acceso	La balanza al estar reposada en la mesa de trabajo esto genera que se le haga difícil moverla y moverse alrededor de la mesa de trabajo, no cuentan con un dispositivo que mejore dicho proceso.	*Tiempo *Traslado *Movimientos innecesario

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicentro Balanzas C.A.

**Tabla 7. Resumen 3 detallado de las causas registradas del proceso**

<b>RAMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFEECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DESPERDICIO</b>
M.O.	Exceso de inspecciones del proceso	Falta de dispositivo a prueba de errores	Al no tener un dispositivo que verifique el largo y la calidad del hilo de soldadura se les ve obligado a revisar constantemente los mismo.	*Tiempo *Retrabajo *Defecto
		El proceso no está depurado y normalizado	Dicho proceso tiene operaciones e inspecciones que son innecesarias ya que se repite mucho dichas operaciones para obtener el mismo resultado	*Tiempo *Retrabajo *Movimientos innecesarios *Traslado
MÁQUINA	Parada no planificada	Falta de alambre de hierro	Dicho material es utilizado para realizar los hilos de soldadura, en ocasiones se les es obligado parar el proceso por falta de dicho material por falta de planificación del proceso de soldadura	*Tiempo *Traslado *Alambre de hierro fugado

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicentro Balanzas C.A.

**Tabla 8. Resumen 4 detallado de las causas registradas del proceso**

<b>RAMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFEECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DESPERDICIO</b>
MÁQUINA	Parada no planificada	Descansos en exceso por calor, destello y posiciones disergonómicas	La soldadura MIG es caracterizada por ser muy calurosa y la misma tiene un destello muy alto en comparación con la convencional, esto hace que el operador tome descansos para evitar incomodidades y problemas que esta genere, además al realizar los hilos de soldaduras tiene posturas no adecuadas lo cual genera problemas corporales a largo plazo.	*Tiempo *Movimientos innecesarios *Defectos
MEDIO AMBIENTE	Mala distribución del área de trabajo	Falta layout	No hay una buena distribución de la zona de soldadura y esto genera complicaciones de acceso a áreas necesarias	*Tiempo *Traslado

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

**Tabla 9. Resumen 5 detallado de las causas registradas del proceso**

<b>RAMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DESPERDICIO</b>
MEDIO AMBIENTE	Molestias de las áreas adyacentes por los destellos de la soldadura	Vallas protectoras mal localizadas	Al no tener un layout genera que las vallas estén en un sitio no adecuado y las áreas alrededor se vean afectadas por los altos destellos de la soldadura, esto genera que pierdan tiempo por quejas y tengan que trasladarse a la otra mesa de trabajo para que el destello no moleste.	*Tiempo *Traslado *Defecto
MATERIA PRIMA	Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones	Falta de dispositivo a prueba de errores	Dicho proceso se hace de manera manual por un operario, por muy experimentada que sea la mano de obra, esto quedan imperfectos, largos no constantes, calidad y apariencia no aceptables,	*Defecto *Tiempo

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

Se procede a priorizar las causas que generan los desperdicios anteriormente mencionados, para esto se utilizara el diagrama de Pareto; toda la data obtenida fue gracias al estudio que se hizo en los tres (3) meses de junio agosto septiembre y también por información suministrada por la empresa, se realizaron varias observaciones para poder así registrar las causas que están generando todos los desperdicios en el proceso de soldadura, en la tabla 10 se puede apreciar la repetitividad de las causas que fueron estudiadas en los 60 días.

**Tabla 10. Repetitividad de las causas del proceso de soldadura**

CAUSA	REPETITIVIDAD
Retraso es las marcas de los hilos de soldadura	50
Retrabajo del producto	22
Movimientos innecesarios del operario y de la balanza	18
Exceso de inspecciones del proceso	60
Parada no planificada	40
Molestias de las áreas adyacentes por los destellos de la soldadura	5
Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones	84

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicentro Balanzas C.A.

En la siguiente tabla se ven los cálculos de los porcentajes de la repetitividad de las causas generadas en el proceso y porcentajes acumulados, para poder así obtener los datos que se presentan en la tabla 11.

Con los datos obtenidos se procede a realizar el diagrama de Pareto expresado en el grafico 6, para poder así, jerarquizar las causas más recurrentes y significativas sobre el proceso de soldadura, se efectuará el análisis y detectará las causas vitales que puedan estar originando desperdicios en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma en la empresa Dicentro Balanzas C.A.

**Tabla 11. Datos para el diagrama Pareto**

Número	Causa	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
1	Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones	84	30,11%	84	30,11%
2	Exceso de inspecciones del proceso	60	21,51%	144	51,61%
3	Retraso en las marcas de los hilos de soldadura	50	17,92%	194	69,53%
4	Parada no planificada	40	14,34%	234	83,87%
5	Retrabajo del producto	22	7,89%	256	91,76%
6	Movimientos innecesarios del operario y de la balanza	18	6,45%	274	98,21%
7	Molestias de las áreas adyacentes por los destellos de la soldadura	5	1,79%	279	100,00%
<b>TOTAL</b>		<b>279</b>	<b>100,00%</b>		

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.



**Gráfica 6. Diagrama Pareto**

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

Queda evidenciado en el gráfico 6 que de las causas de la 1 a la 4 generan 83.87% del desperdicio que se está generando en el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma de la empresa Dicientro Balanzas C.A., este porcentaje está representado por Alambre de hierro de soldadura utilizado de manera inconstante, Exceso de inspecciones del proceso, Retraso en las marcas de los hilos de soldadura y Parada no planificada.

Se procede a hacer la técnica de grupo nominal, a continuación, se muestra en la tabla 12 todas las causas que están generando el proceso en conjunto con los resultados del uno (1) al cinco (5), uno (1) será la calificación que tiene la causa que es considerada la que posee menos impacto en el desperdicio y a medida que suba el puntaje es que posee mayor relevancia en el proceso; esta técnica se realizó con 5 personas de la empresa que dieron su aporte.

La finalidad de esta técnica es para corroborar si en realidad estas son las actividades que más están generando el desperdicio en el proceso soldadura.

**Tabla 12. Técnica de grupo nominal**

NÚMERO	CAUSA	PERSONAS	CALIFICACIÓN				
			1	2	3	4	5
1	Retraso es las marcas de los hilos de soldadura	1			X		
		2				X	
		3					X
		4			X		
		5				X	
2	Retrabajo del producto	1		X			
		2			X		
		3		X			
		4		X			
		5		X			
3	Movimientos innecesarios del operario y de la balanza	1		X			
		2		X			
		3			X		
		4		X			
		5		X			
4	Exceso de inspecciones del proceso	1			X		
		2				X	
		3			X		
		4				X	
		5				X	
5	Parada no planificada	1		X			
		2		X			
		3			X		
		4			X		
		5				X	
6	Molestias de las áreas adyacentes por los destellos de la soldadura	1		X			
		2		X			
		3		X			
		4			X		
		5	X				
7	Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones	1					X
		2				X	
		3					X
		4					X
		5				X	

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

**Tabla 13. Resultados de la técnica de grupo nominal**

NUMERO	CAUSA	PUNTUACIÓN
7	Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones	4,6
1	Retraso es las marcas de los hilos de soldadura	3,8
4	Exceso de inspecciones del proceso	3,6
5	Parada no planificada	2,8
2	Retrabajo del producto	2,2
3	Movimientos innecesarios del operario y de la balanza	2,2
6	Molestias de las áreas adyacentes por los destellos de la soldadura	2

**Elaborado por:** Marin C. (2019)

**Fuente:** Dicenso Balanzas C.A.

Se puede concluir que los resultados obtenidos de la técnica de grupo nominal (TGN) coinciden con los resultados del grafico de Pareto, lo cual es importante ya se corrobora que las causas reales que están generando el desperdicio en el proceso de soldadura son:

- Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones
- Retraso es las marcas de los hilos de soldadura
- Exceso de inspecciones del proceso
- Parada no planificada

#### 4.2.5 Resumen de mejoras encontradas en el análisis

**Tabla 14. Resumen de mejoras encontradas**

CAUSAS	OPORTUNIDADES DE MEJORA	PROPUESTAS
Largo de los hilos de soldadura no cumplen con las especificaciones	Reducir el uso del alambre de hierro para así utilizarlo de manera efectiva.	*implementar un Robot Automatizado al proceso de soldadura
Exceso de inspecciones del proceso	Disminuir el número de inspecciones hará que el proceso sea más limpio y fluido.	*implementar un Robot Automatizado al proceso de soldadura
Retraso en las marcas de los hilos de soldadura	Eliminar esta operación hará que el proceso se haga de manera más rápida. Reducirá movimientos del operario al verse obligado a hacer dicha operación.	*implementar un Robot Automatizado al proceso de soldadura *implementar un dispositivo de sujeción para las balanzas
Parada no planificada	Evitar estas paradas hará que el proceso sea más fluido y rápido en comparación con el actual.	*implementar un Robot Automatizado al proceso de soldadura

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

#### 4.3 Fase III: Diseñar un plan estratégico para disminuir los desperdicios del proceso de soldadura

En esta fase se diseñará un plan estratégico con propuestas de mejora para disminuir el 83,87 % del problema generado en las áreas de más importancia de las causas expresadas en la tabla 12 de la fase II

Cada falla presente en la tabla 12 conllevan a oportunidades de mejoras gracias a la implementación de un Robot ABB automatizado al proceso de soldadura, con esto se reducirá drásticamente el uso del material utilizado al proceso que en este caso es el alambre de hierro que viene en carretes de 15 kg, se eliminara por completo las inspecciones que hay presentes en el proceso que son redundantes y la operación de las marcas de hilos de soldadura igualmente se verá en la obligación de eliminarla ya que

el Robot al programarlo, simplemente el procederá a hacer los hilos de soldaduras pertinentes; por ultimo las paradas no planificadas que serían los descansos del operario se reducirán ya que el Robot haría la operación de soldadura y el mismo no pararía hasta culminar dicha operación.

#### **4.3.1 Propuesta de implementación de Robot ABB automatizado**

El área de trabajo actual cuenta con mesas de trabajo, vallas protectoras del destello de soldadura que no están ubicadas adecuadamente y diversas maquinarias que se utiliza para los trabajos en el área de producción, posee una distribución poco aceptable como se evidencio en la fase II y lo ideal es hacer un layout para organizar la zona de la manera más adecuada y productiva.

La empresa Dicentro Balanza C.A. posee el Robot ABB automatizado y el mismo no es utilizado, dicha empresa lo compro con el fin de inversión y poder así implementarlo en alguno de sus procesos productivos, que en este caso sería el proceso de soldadura, la empresa no lo ha implementado por la razón de que está a la espera de cual área productiva sería mejor implementarlo, gracias a esta propuesta se plasmaría los resultados de implementar el Robot ABB al proceso y con esto, proceder a su instalación.

Cabe destacar que con la implementación del robot automatizado que la planta posee como un recurso que no es aprovechado, el proceso se verá beneficiado ya que, en pocas palabras, eliminará el error humano presente en el proceso y muchos problemas que hay presente en el mismo.

##### **4.3.1.1 Características técnicas del Robot ABB**

Este Robot automatizado se programará mediante un programa PLC y Robótica con el fin de que se encargue de hacer los hilos de soldadura que corresponde a las balanzas de plataforma con respecto a las medidas que las mismas poseen. Dicha programación se hará gracias a un personal contratado por la empresa que está capacitado en las áreas de control e instrumentación y a lo que se refiere a la Robótica y programas PLC. En las siguientes figuras se podrá observar el Robot automatizado que se encargará de hacer el proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.



**Figura17:** Robot ABB automatizado  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura18:** especificaciones del Robot ABB automatizado  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura19:** computadora del Robot ABB

**Fuente:** Marin C. (2019)

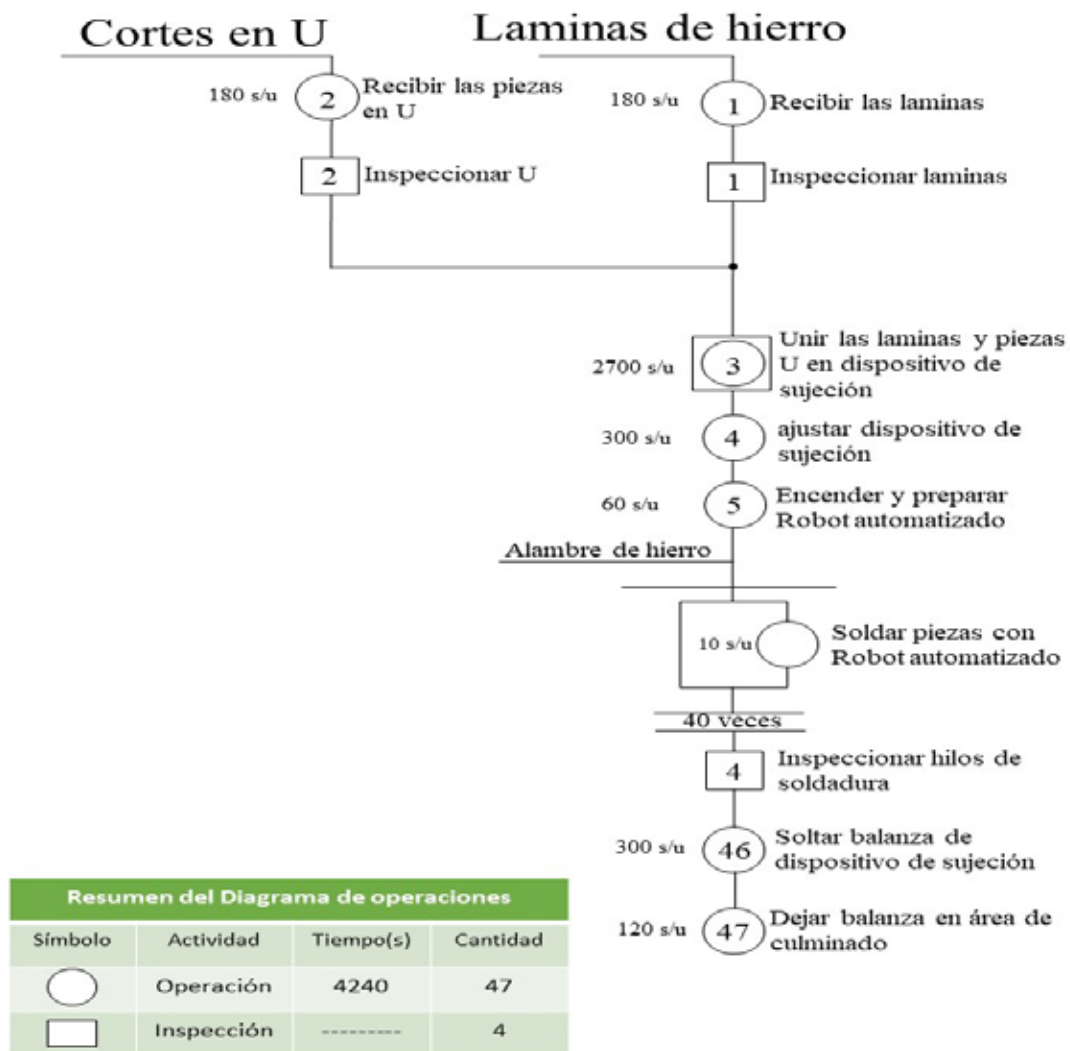
En la figura 18 se observa que el Robot ABB tiene un peso total de 2.200 kg, este Robot es pesado, por la cual al ser movido se le es necesario a la empresa un puente grúa que pueda con esa capacidad en peso para poder situarlo en el área deseada.

#### **4.3.1.2 Usos y beneficios del Robot ABB**

El Robot tiene diversos usos en el ámbito laboral, puede armar, soldar, cargar y entre otras actividades, todo depende de la punta en el extremo del mismo que posea y con ello la programación que debe tener para realizar la operación de manera efectiva y óptima.

El uso principal que se le dará al Robot en la empresa será en la operación de soldadura con el fin de disminuir los desperdicios que hay presentes en el mencionado proceso de las balanzas de plataforma.

A continuación, se muestra un diagrama de operaciones propuesto ya con la implementación del Robot automatizado al proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.



**Figura 20:** Diagrama de operaciones propuesto del proceso de soldadura de las balanzas

**Fuente:** Marín C. (2019)

Cómo se puede observar en la figura 20, con el robot automatizado se estaría eliminando muchas inspecciones al proceso, lo cual es beneficioso porque los tiempos se verían reducidos considerablemente e incluso se entiende que en el proceso actual tiene muchos descansos por la realización de la soldadura, lo cual es 1.5 horas que se establece en la tabla 1, con esto se eliminaría por completo estos descansos ya que el

Robot estaría funcionando de manera continua y no pararía hasta que todos los hilos de soldadura estén realizados, esto es gracias a la automatización del proceso.

Haciendo un cuadro comparativo con respecto al diagrama de proceso actual al proceso se presentan los datos en la siguiente tabla.

**Tabla 15. Datos del proceso actual y propuesto**

<b>PROCESO</b>	<b>N° de operaciones</b>	<b>N° de inspecciones</b>	<b>Tiempo total con descansos (horas)</b>
<b>ACTUAL</b>	84	84	3.87
<b>PROPUESTO</b>	47	4	1.17

Elaborado por: Marin C. (2019)

Fuente: Dicentro Balanzas C.A.

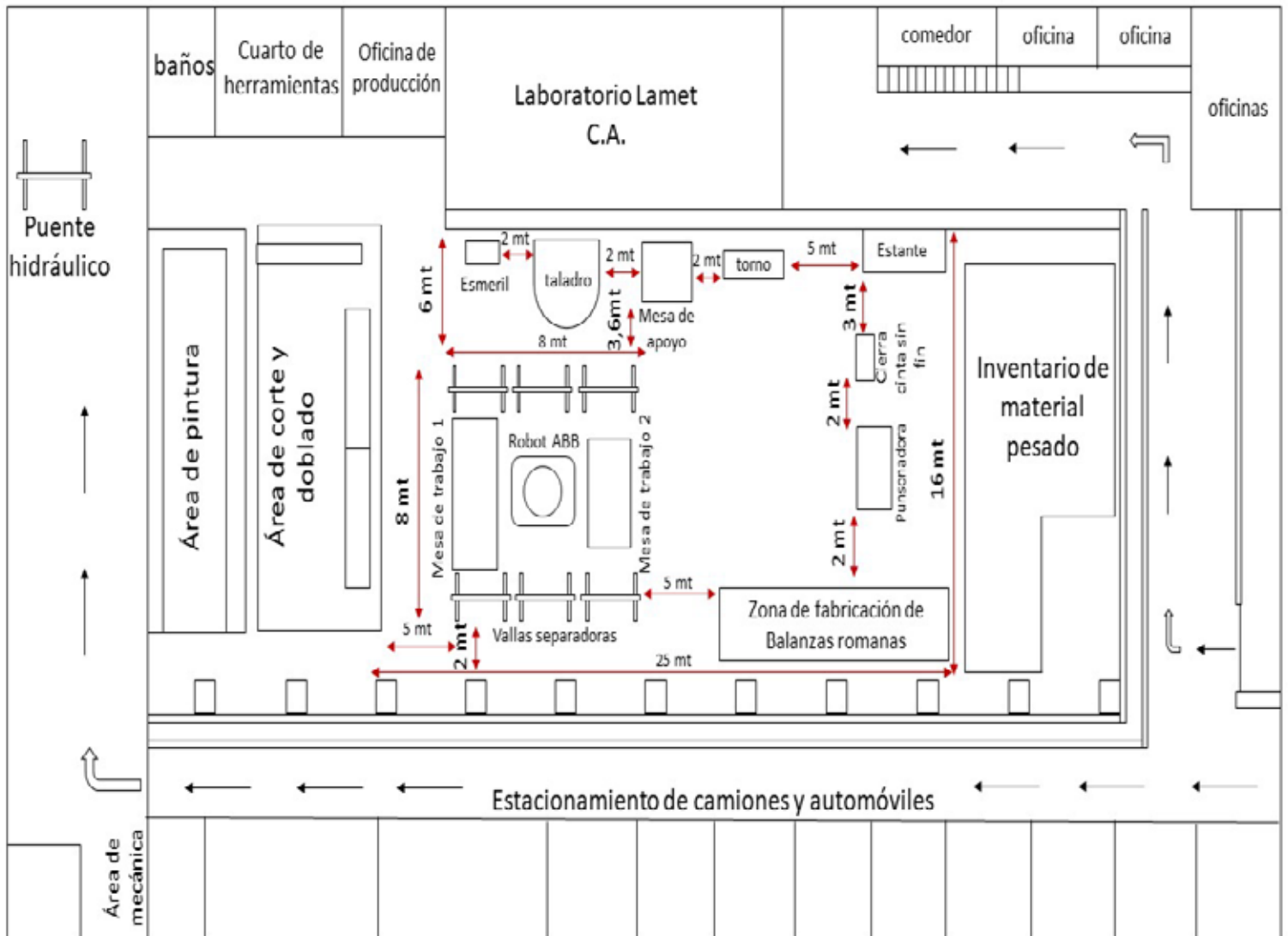
Con respecto al proceso actual se tiene un tiempo total de 3.87 horas por balanza que se finiquita en el proceso de soldadura lo cual equivale a 2 balanzas diarias, con esta implementación del robot se estaría reduciendo aproximadamente a 1.17 horas por balanza lo que significa que al día, en dicho proceso estarían saliendo 6 balanzas diarias con suficiente holgura; hablando en porcentajes se estaría reduciendo un estimado de 69.76% del tiempo total, lo cual es beneficioso para la empresa.

Por consiguiente, las operaciones y las inspecciones se ven notablemente mejoradas ya que en el actual se tiene ochenta y cuatro (84) operación y ochenta y cuatro (84) inspecciones, con el proceso propuesto se estima a cuarenta y siete (47) operaciones y a cuatro (4) inspecciones, en porcentajes con respecto al proceso actual de operaciones se está hablando en una reducción del 44.04% y por otra parte, las inspecciones se reduce un 95.23%; estos resultados son notables en diferencia del actual al propuesto y el aumento de productividad en el proceso es beneficioso.

Al tener dicho Robot se elimina por completo la operación de las marcas de soldadura porque el mismo estará programado para que automáticamente realice la operación del hilo de soldadura, también con el robot se erradica el error humano presente.

### 4.3.1.3 Facilidades y acondicionamiento del área para la instalación del Robot ABB

Para atacar las causas principales que generan los desperdicios se propone implementar el Robot automatizado al área, el layout propuesto que se presentara en la figura 21.



**Figura 21:** layout propuesto  
**Fuente:** Marin C. (2019)

Se hizo un movimiento de la mayoría de la maquinaria y de las mesas de trabajo con el fin de que el área de trabajo este más organizada y tenga mayor productividad con respecto a la implementación del Robot ABB, todo esto se hizo gracias a la técnica de herradura para la distribución del área de producción.

Cabe destacar que las máquinas de Fresadora CNC y el pantógrafo no se encuentran en el layout actual ya que la empresa tomo la decisión de vender ambas maquinas ya que no tienen ninguna función en la empresa y en vista de la situación país en la cual nos encontramos, vieron la oportunidad de venderlas.

#### **4.3.1.4 Procedimiento para el uso del Robot ABB en el proceso de soldadura**

Principalmente, debe haber una preparación previa con respecto al proceso de soldadura, una vez ya la balanza este en la mesa de trabajo ya preparada para ser soldada por el Robot este debe ser activado mediante su computadora que se encontrara justamente al lado del mismo, igualmente se debe activar la maquina Miller que es la que proporcionara el alambre de hierro y la función de soldadura para su unión permanente entre las partes. Dicho uso debe ser normalizado con el fin de que el operario al finalizar una balanza desactive el Robot para que así pueda introducir la balanza siguiente y siga con el proceso de soldadura correspondiente.

#### **4.3.1.5 Ventajas productivas y económicas con el uso del Robot ABB**

Gracias a la implementación del Robot al proceso, se puede analizar varias ventajas a lo que se refiere en el ámbito productivo y económico de la empresa y más específico a la fabricación de las balanzas de plataforma. A continuación, en la tabla 16 se muestra las ventajas productivas y económicas que la empresa puede tener a implementar el Robot ABB al proceso de soldadura de las balanzas de plataforma.

**Tabla 16. Ventajas productivas y económicas del Robot ABB**

VENTAJAS	
PRODUCTIVAS	ECONOMICAS
Aumentar el número de balanzas diarias soldadas.	Al haber mayores balanzas diarias, habrá mayores movimientos en las ventas de las mismas
Disminuye por completo el error humano que había presente en el proceso actual.	No habrá pérdida de dinero por defectos que pueda tener la balanza.
Disminuye el desperdicio de material que hay presente en el proceso.	Los hilos de soldadura saldrán de la medida especificada, por ende, no habrá exceso de material utilizado en el proceso, por ende, se ahorrará material y aprovechará de manera eficiente.
Los tiempos se verán reducidos.	Los costos con respecto al tiempo de producción se verán reducidos gracias a la velocidad que tiene el mismo de realizar las operaciones que tendrá asignadas.

Elaborado por: Marin C. (2019)

#### **4.3.1.6 Normas y condiciones de seguridad en el uso del Robot ABB**

Es indispensable saber que el Robot una vez empiece a realizar la operación de soldadura, el área debe ser despejada por precaución, una vez el mismo culmine la operación, el operario deber acercarse para visualizar e inspeccionar los hilos de soldadura con el fin de seguir con la soldadura de la siguiente balanza, una vez la otra este lista en el sitio, el operario deberá activar nuevamente el Robot de manera segura y el mismo alejarse, este proceso se repite cuantas veces sea necesario, en este caso cuantas balanzas se vayan a producir.

El trabajador en todo momento debe tener su implementaría de seguridad, ya se guantes, Cascos, lentes protectores. Con el fin de que se reduzca el peligro que hay presente en el proceso así sea por el destello de la soldadura o por fallas que pueda tener el Robot en dado caso haya.

#### **4.3.1.7 Mantenimiento del Robot ABB**

El mantenimiento de este Robot no es algo que sea engorroso, antes de empezar cualquier operación que se utilice este robot el operario debe revisar minuciosamente

el robot con el fin de que todo esté dentro de los parámetros especificados por el fabricante, ya sea buen nivel de aceite hidráulico en los gatos, buen nivel de grasa en los puntos de engrase con respecto a las uniones mecánicas y que la programación del mismo este según las especificaciones de la fabricación que se realizara.

Al terminar cada operación se debe hacer un limpiado del mismo con el fin de evitar el deterioro que puede generar las chispas de soldadura.

Mensualmente se debe hacer un mantenimiento preventivo del Robot con el fin de chequear cual es el estado de los fluidos del mismo y que comportamiento tiene por si hay que cambiar piezas por desgastes.

#### **4.3.2 Propuesta de implementación de un dispositivo que sujete las balanzas**

Actualmente las balanzas de plataforma reposan en las mesas de trabajo actuales y éstas se ven en la obligación por parte del operario a ser movidas para realizarle todas las operaciones pertinentes para culminar el proceso de soldadura lo cual hace que el proceso se le haga engorroso.

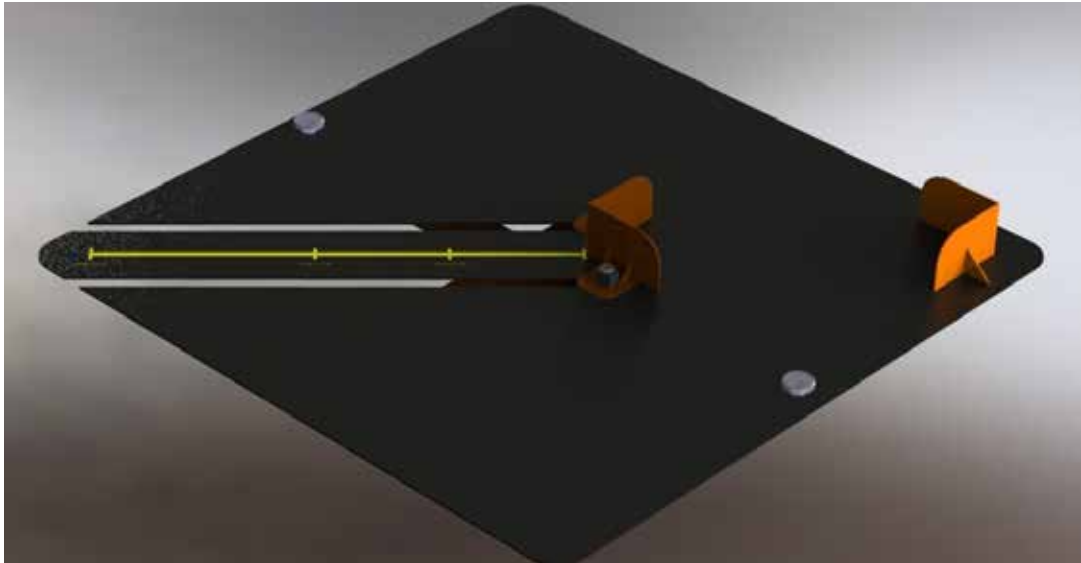
Se propone implementar un Poka-Yoke, es decir, un dispositivo a prueba de errores, que se encargue de fijar las balanzas en una sola posición.

El objetivo principal de este dispositivo es que la balanza siempre está en una sola posición y el Robot Automatizado se encargue de hacer los hilos de soldadura sin la necesidad de mover la balanza, gracias a la programación que el mismo tendrá para acceder a todos los sitios en donde debe ir la soldadura.

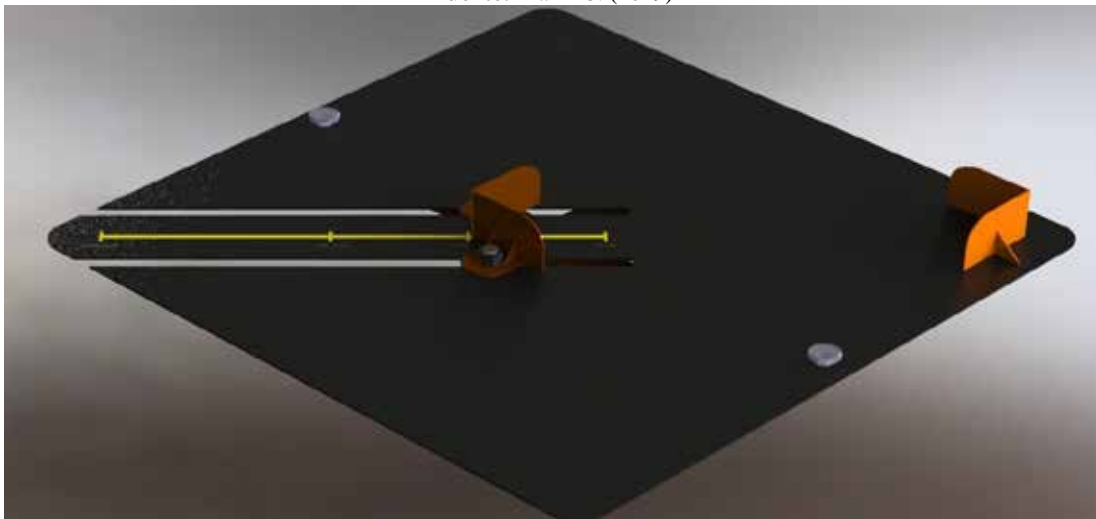
##### **4.3.2.1 Características técnica del dispositivo**

En la figura 22 se muestra el prototipo del dispositivo a prueba de errores que será implementado al proceso, dicho dispositivo se hará con diversos materiales ya sea, láminas de acero de diferentes espesores, un rodamiento, tornillos diseñados para que el dispositivo esté fijo a la mesa de trabajo, bisagras para que el dispositivo pueda sacarse en dado caso la mesa de trabajo sea utilizada para otros trabajos, entre otras piezas que serán reflejadas a continuación. El dispositivo tendrá un peso aproximado de casi media Tonelada.

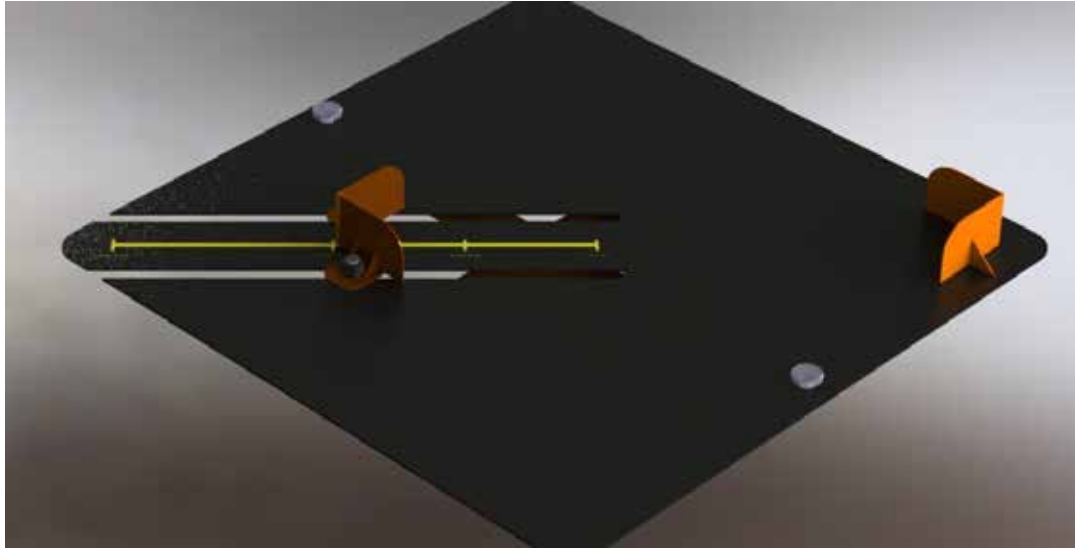
Este dispositivo tendrá la capacidad de ajustar los diferentes modelos de las balanzas de plataforma que van desde la de 90cmx90cm a 200cmx200cm, a continuación, se ven en las figuras con la apertura del dispositivo para qué sujete las balanzas de diferentes medidas.



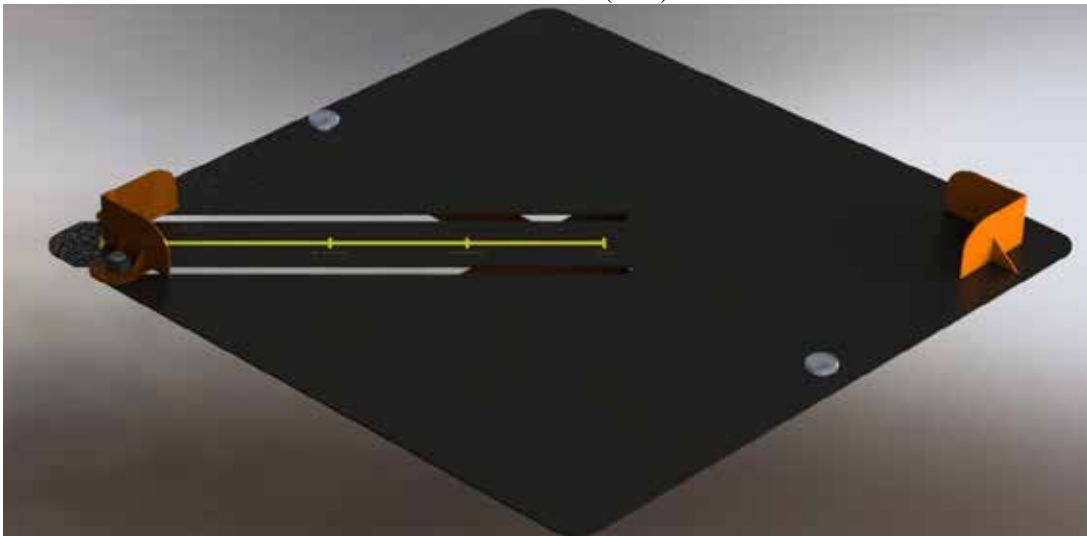
**Figura 22:** Medida para las balanzas 90cmx90cm  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 23:** Medida para las balanzas 120cmx120cm  
**Fuente:** Marin C. (2019)

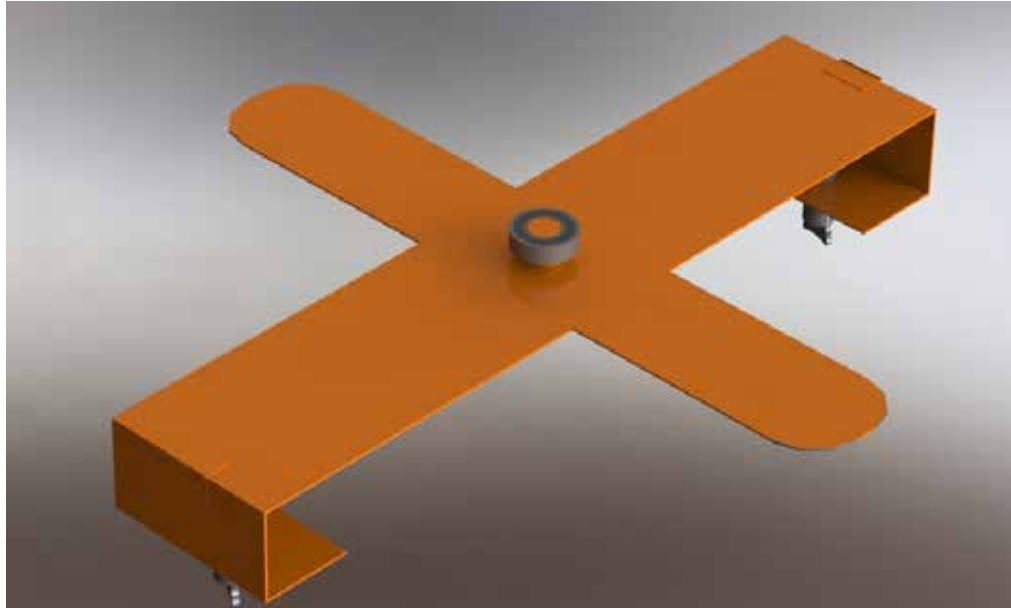


**Figura 24:** Medida para las balanzas 150cmx150cm  
**Fuente:** Marín C. (2019)

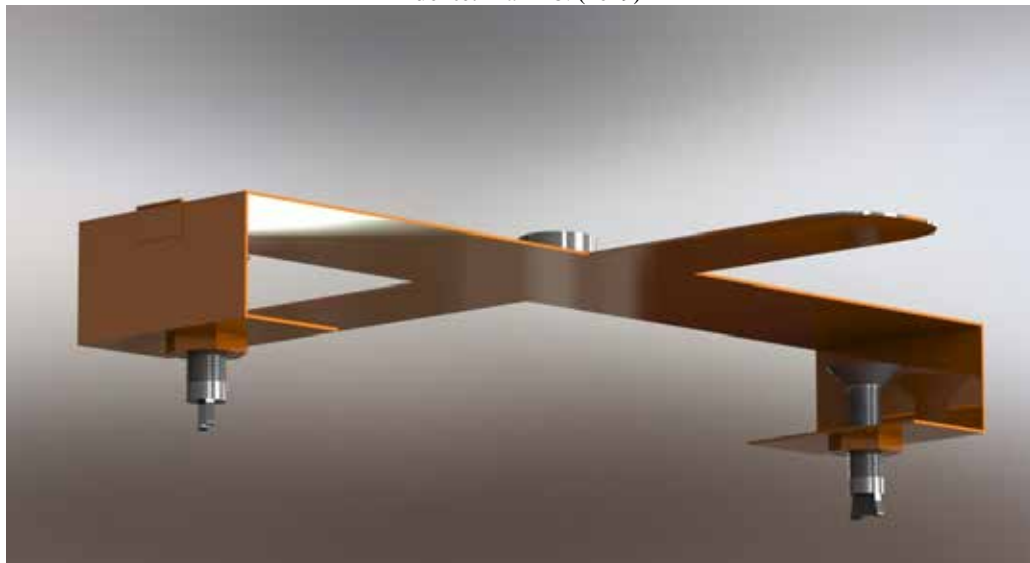


**Figura 25:** Medida para las balanzas 200cmx200cm  
**Fuente:** Marín C. (2019)

Este dispositivo tendrá dos canales que cumplirán la función de corredera para las piezas que ajustara las balanzas de plataforma ya que en la esquina opuesta esta fija con soldadura con el fin de que sea haga más fácil ajustar las balanzas, a continuación, se mostraran las partes que confirman el dispositivo y una explicación del funcionamiento de cada parte.



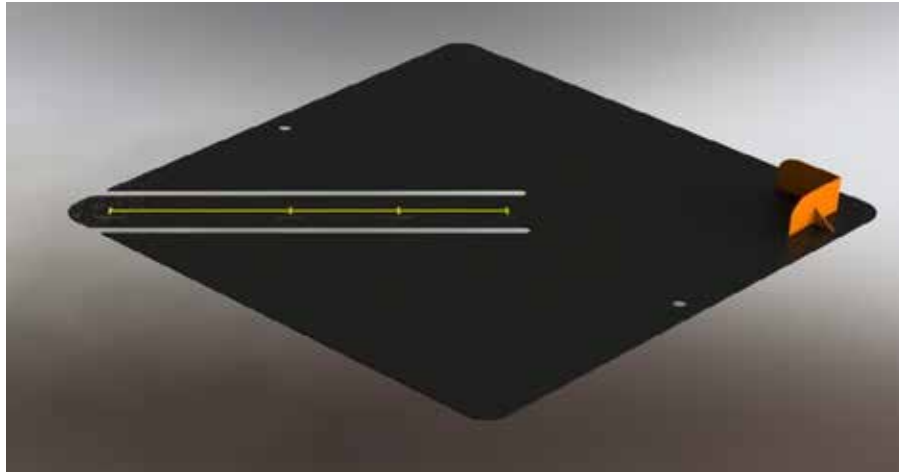
**Figura 26:** Pieza de sujeción a la mesa de trabajo  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 27:** Pieza de sujeción a la mesa de trabajo (vista inferior)  
**Fuente:** Marin C. (2019)

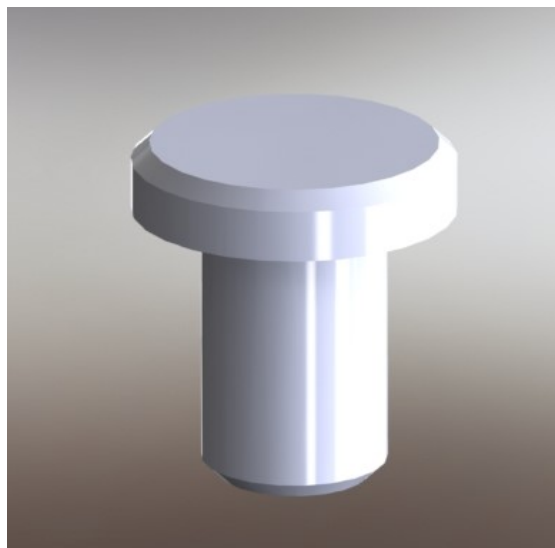
La pieza que se ve en la figura anterior, tiene la función de ir sujeta a la mesa de trabajo con el fin de que el dispositivo no tenga ningún tipo de movimiento longitudinal al momento de realizar la operación de soldadura, esto es gracias a que en ambos lados tiene dos tornillos de una pulgada que sujetaran a la mesa mediante la presión que estos ejercen a ser roscados. También, la pieza en la parte superior tiene un rodamiento de

dos pulgadas para que la pieza de base que es la hace que reposen las balanzas, gire 180° en ambas direcciones con el fin de hacer las inspecciones pertinentes cuando la operación finalice.



**Figura 28:** Base de reposo para las balanzas de plataforma.  
**Fuente:** Marin C. (2019)

Esta base tiene unas dimensiones de 230cmx230cm con un espesor de 1cm, su función es que repose en ella todas las balanzas que serán sometidas al proceso de soldadura, tiene muchas partes que la conforman como se verán en las figuras de la 29, a la 33.

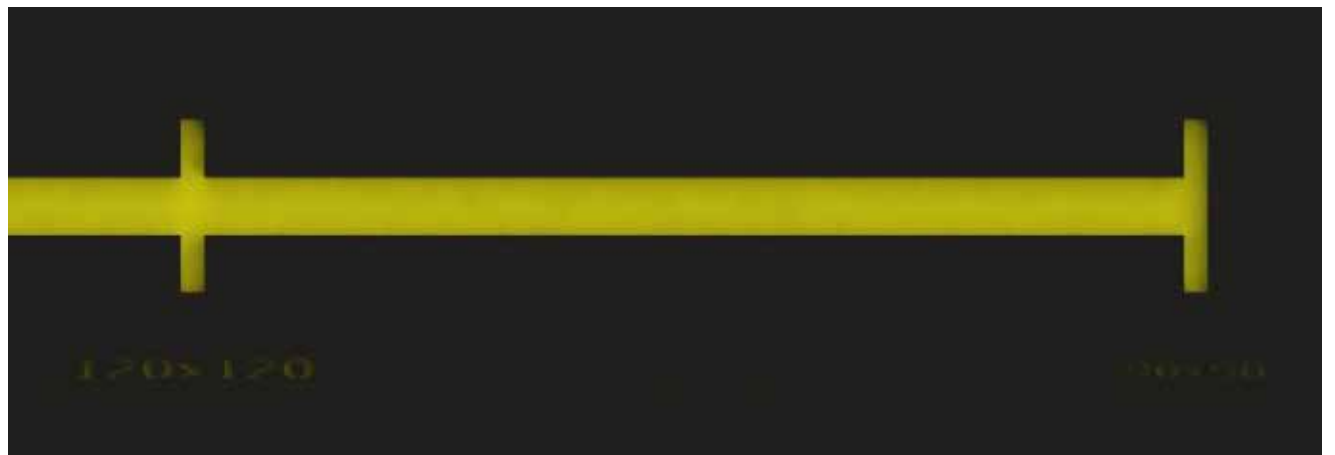


**Figura 29:** Pasador de anti-Rotación de la base  
**Fuente:** Marin C. (2019)

El pasador su función principal es que la base rotativa no gire para que el Robot haga los hilos de soldadura sin ningún tipo de problema que el movimiento pueda generar, dicho pasador tiene un largo de 10cm y espesor de una pulgada; el mismo traspasara la pieza base y la mesa de trabajo para que haga el trabado del dispositivo con respecto a su rotación.

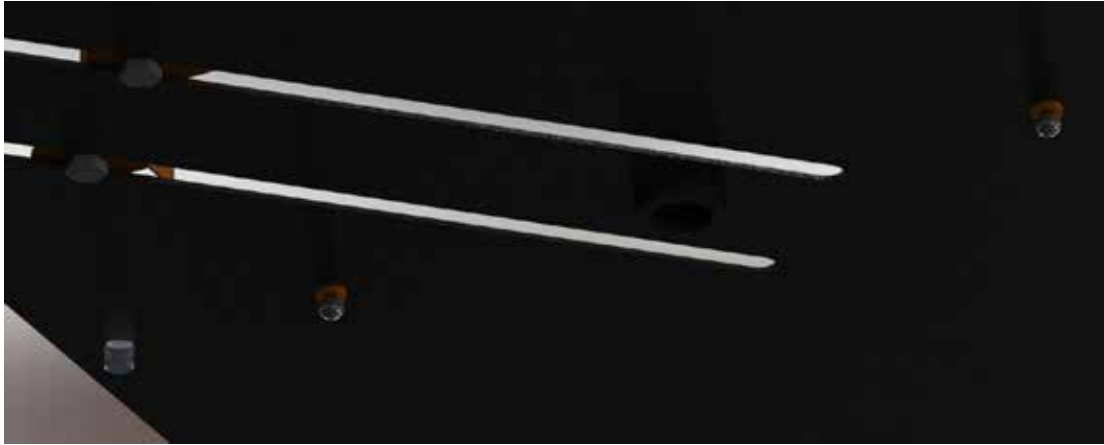


**Figura 30:** Regla de medidas para el ajustador de balanzas  
**Fuente:** Marin C. (2019)



**Figura 31:** Regla de medidas para el ajustador de balanzas  
**Fuente:** Marin C. (2019)

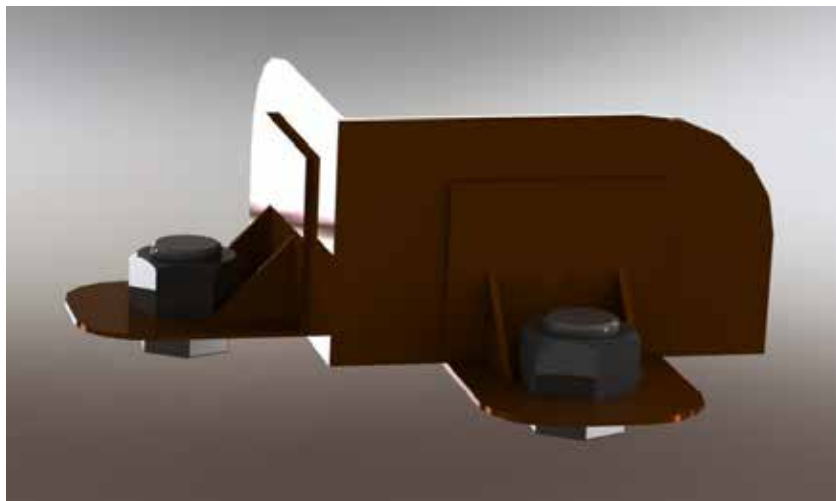
Esta marca está destinada para que el operador coloque directamente el ajustador de balanzas en la medida que se desea para que ponga la balanza en su sitio y la misma se ajuste a la base, las medidas de esta marca van en conjunto a las balanzas de plataforma que son de 90cmx90cm, 120cnx120cm, 150cmx150cm y 200cm200cm.



**Figura 32:** Base de reposo para las balanzas de plataforma (vista inferior)

**Fuente:** Marin C. (2019)

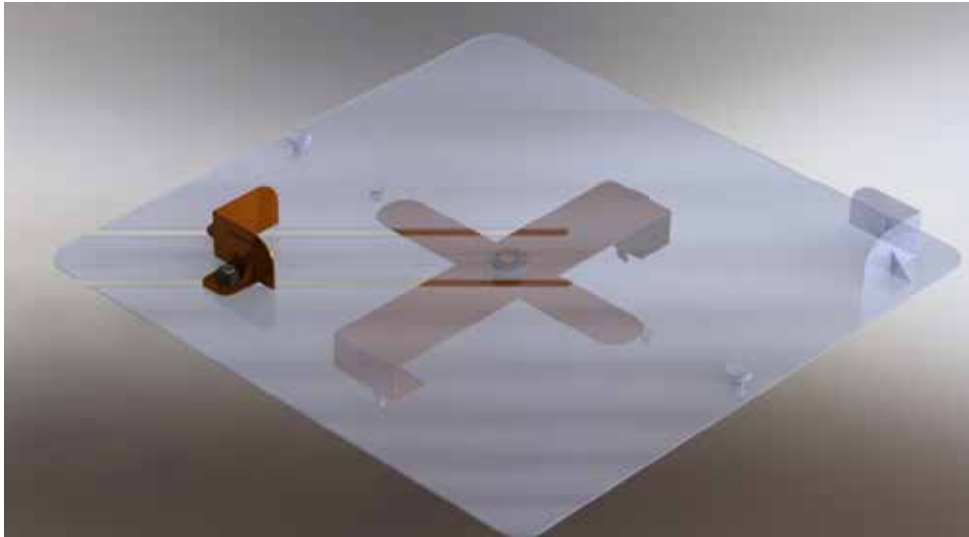
Se puede observar en esta imagen que en la parte central está la fijación al rodamiento que corresponde a la pieza de sujeción de la mesa de trabajo para que cumpla su función de rotación, en los costados se ven un par de ruedas que irán a una medida entre centros de 130cm con el fin de que las misma rueden encima de la mesa de trabajo y se le haga más fácil hacer la rotación de la mesa cuando de requiera y también estas ayudan a que el dispositivo tenga un refuerzo que apoye en la mesa de trabajo y toda la fuerza no esté ejercida en el rodamientos sino también en estas ruedas; por ultimo en la parte izquierda superior se puede observar dos tornillos que forman parte de la pieza ajustadora de balanzas que se muestra a continuación.



**Figura 33:** Pieza ajustador de balanzas

**Fuente:** Marin C. (2019)

Esta pieza su principal función es moverse a lo largo de los canales de la base con el fin de que se ajuste a la medida que es deseada con respecto al tamaño de la balanza a trabajar, esta pieza se conforma por láminas soldadas de espesor de 5mm y tornillo con tuerca de un espesor de una pulgada, que cumplen la función de sujetar esta pieza ya una vez fijada a la balanza de plataforma.



**Figura 34:** Pieza ajustador de balanzas  
**Fuente:** Marin C. (2019)

En esta figura se puede observar cómo ira todo el dispositivo instalado a la base del rodamiento en conjunto con la base rotativa.

#### **4.3.2.2 Ubicación y uso del dispositivo dentro del proceso**

Cabe destacar que este dispositivo ira en la mesa de trabajo 1 que tiene unas medidas de 396cm de largo y 135cm de ancho, el dispositivo ira sujeto a lo ancho de dicha mesa para mayor facilidad y tener espacio de ambos lados para evitar problemas, se sabe que la medida mayor del dispositivo es de 230cm lo cual hace que dicho dispositivo este suspendido en el aire pero sabiendo que tiene un espesor de 1cm no generara problema ya que no es propenso a doblarse por ser láminas de acero y de un espesor considerable.

Una vez el dispositivo se deje de utilizar tendrá un puesto específico que será cercano al área de soldadura con el fin de que su movimiento sea fácil y no tenga problemas con las áreas adyacentes al mismo.

#### **4.3.2.3 Normas de seguridad para el uso del dispositivo**

Al ser un dispositivo extremadamente pesado, debe ser manejado con sumo cuidado por el peligro que este genera, una vez puesto en la mesa de trabajo 1, el mismo puede ser girado con comodidad gracias a su diseño y esto no genera tanto peligro.

Las normas principales que se debe tener al empezar a utilizar este dispositivo son las siguientes:

- No estar debajo del dispositivo una vez el mismo este elevado por el puente grúa para ser colocado en la mesa de trabajo
- Fijar el dispositivo a la mesa de trabajo
- Soltar el gancho del puente grúa que va al dispositivo una vez el mismo este fijo a la mesa de trabajo
- Utilizar todos los elementos de seguridad del operario que sean necesarios

#### **4.3.2.4 Ventajas productivas y económicas con el uso del dispositivo**

Gracias a la implementación del dispositivo de sujeción de balanzas al proceso, se puede analizar varias ventajas a lo que se refiere en el ámbito productivo y económico de la empresa y más específico a la fabricación de las balanzas de plataforma.

A continuación, en la tabla 17 se muestra las ventajas productivas y económicas que la empresa puede tener a implementar el dispositivo de sujeción de balanzas de plataforma al proceso de soldadura.

Al implementar las propuestas anteriormente mencionadas se espera reducir el desperdicio presente en el proceso soldadura que es de 83,87% que está reflejado en el diagrama de Pareto a un porcentaje cercano a 10% que es lo esperado.

**Tabla 17. Ventajas productivas y económicas del dispositivo de sujeción**

<b>VENTAJAS</b>	
<b>PRODUCTIVAS</b>	<b>ECONOMICAS</b>
Reducir los movimientos por parte del operario.	Disminuir los costos por actividades en exceso que hay en el proceso.
Mejorar la sujeción de las balanzas de forma mecánica sin riesgos que pueda tener el operario.	Evita que la empresa tenga que pagar por accidentes laborales por el peligro que hay presente en el proceso de soldadura.
Al ser un poka-Yoke será un sistema a prueba de errores.	Al haber menos errores y defectos en el proceso, habrá menos capital fugado por correcciones de errores presentes.

Elaborado por: Marin C. (2019)

#### **4.3.4 Formación de los operarios y de todos los que trabajan en el área**

Gracias a esta implementación del Robot automatizado, se está haciendo un tamaño justo del proceso o Rightsizing, debido a que en el proceso actual están los dos operarios, uno que realiza la soldadura y otro que inspecciona el proceso constantemente, con el Robot, el operario que realiza la soldadura será capacitado para que pueda hacerle el mantenimiento adecuado al Robot y que pueda utilizarlo de manera efectiva, el otro operario quedaría más pendiente de otros procesos adyacentes al mismo y se encargaría de la revisión final de las balanzas que están culminadas, también se encargara de accionar dicho Robot cuando la balanza este posicionada y prepara para ser soldada.

Todo el personal de la empresa será formado con respecto a las normas de seguridad que son necesarias con respecto a las dos propuestas anteriormente mencionadas con el fin de que todo el trabajador sepa qué hacer ante cualquier situación evitar cualquier eventualidad.

#### 4.3.5 Cuadro comparativo de ventajas y desventajas de las propuestas

**Tabla 18. Ventajas y desventajas propuesta 1**

<b>ROBOT ABB AUTOMATIZADO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
El área se verá más libre y organizada	Capacitación del Robot un poco engorrosa
Aumentará el número de balanzas producidas en el proceso de soldadura	
Los tiempos se verán reducidos	Resistencia al cambio
Habrà oportunidad de aumentar las ventas y exportar el producto	Repetitividad de mantenimiento preventivo
Operarios más conformes por disminuir el peligro que había presente en el proceso	
Error humano erradicado de la operación de soldadura	Contratación de un outsourcing por la programación del Robot
Áreas adyacentes más conformes por la organización y la protección del destello de soldadura	
Problemas musculoesqueléticos reducidos	En caso de fallas eléctricas se verá afectada la maquinaria y se recurrirá a utilizar la planta lo que aumenta los costos
La temperatura que hay presente en el proceso ya el operario no la percibirá directamente	

Elaborado por: Marin C. (2019)

**Tabla 19. Ventajas y desventajas propuesta 2**

<b>DISPOSITIVO DE SUJECION DE BALANZAS</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Se un sistema a prueba de errores	Dispositivo muy pesado por el material utilizado y por sus dimensiones
<p>El dispositivo en si podrá sujetar todas las balanzas presentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 90cmx90cm</li> <li>· 120cmx120cm</li> <li>· 150cmx150cm</li> <li>· 200cmx200cm</li> </ul>	Peligro al hacer el movimiento del dispositivo en el área de producción
Reposara de manera cómoda en la mesa de trabajo 1	Verificar el funcionamiento del rodamiento y engrasarlo en dado caso sea necesario al igualmente que las ruedas
Fácil momento de la balanza gracias al dispositivo	
Fijación segura de la balanza al dispositivo	Costo de puente grúa incurridos en el proceso por la implementación del dispositivo
Reducirá el peligro de sujetar la balanza de manera manual para hacer la soldadura y con esto se sujetará de manera mecánica	Al ser un trabajo de alto impacto tendrá que hacerle chequeos constantes para verificar si sus partes siguen en funcionamiento
Una vez preparad la balanza, el operario se puede alejar tranquilamente ya que el dispositivo se encargará de mantener fija la balanza para hacer las soldaduras pertinentes	

Elaborado por: Marin C. (2019)

#### **4.4 Fase IV: Evaluar económicamente las propuestas planteadas en el proceso de soldadura**

Esta fase se dedica a realizar una evaluación económica con respecto a la razón costo-beneficio que puede traer las propuestas planteadas en la fase anterior, con el fin de saber si la inversión que conllevan estas propuestas serán beneficiosas para el proceso productivo de las balanzas de plataforma y para con la empresa.

##### **4.4.1 Inversión requerida para cada propuesta**

###### **Propuesta de implementación de Robot ABB automatizado**

Para la instalación del Robot es necesario hacer un trabajo civil que abarca el anclaje del mismo robot al suelo de la planta en el área de producción donde es reflejado en el layout propuesto, en la tabla 18 se ven los costos requeridos para realizar esta propuesta.

En esta propuesta la empresa cuenta con un gran avance de los costos que ésta presenta, lo que la empresa ya tiene a su disposición es lo siguiente:

- Lámina de acero 1020 medidas 120cmx120cmx0.16cm
- 1 saco de cemento 42,5kg
- Robot ABB
- Soldador Miller MIG

Esto representa que, extrayendo estos recursos de la tabla 20, la inversión total para implementar el Robot ABB automatizado al proceso de soldadura sería de 582 \$.

**Tabla 20. Inversión requerida para la primera propuesta**

<b>FECHA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>PROVEEDOR</b>	<b>COSTO (\$)</b>
28/9/2019	lamina de acero 1020 medidas 100cmx100cmx0,15cm	Dicentro Balanzas C.A.	<b>120</b>
28/9/2019	1 saco de cemento 42,5kg	Dicentro Balanzas C.A.	<b>8</b>
28/9/2019	bolsa de piedra de 20 kg	Ferretería el cabrito C.A.	<b>4</b>
28/9/2019	bolsa de arena lavada de 20 kg	Ferretería el cabrito C.A.	<b>4</b>
28/9/2019	3 tuercas y 3 arandelas de presión de 1"	Filotorca Guacara C.A.	<b>15</b>
28/9/2019	3 barras Roscadas de 1"x10cm	Torvica C.A.	<b>5</b>
28/9/2019	Cabilla de 6mt para zapata	Torvica C.A.	<b>15</b>
28/9/2019	Mano de obra de la obra civil	Trabajador independiente	<b>30</b>
30/9/2019	sensor de aproximidad	Schneider	<b>100</b>
29/9/2019	Robot ABB	Dicentro Balanzas C.A.	<b>7.000</b>
29/9/2019	Soldador Miller Microway	Dicentro Balanzas C.A.	<b>5.000</b>
29/9/2019	Formación del personal	Trabajador independiente	<b>30</b>
29/9/2019	Pruebas del Robot ABB	Dicentro Balanzas C.A.	<b>50</b>
29/9/2019	Tomacorriente	Mercado libre	<b>4</b>
29/9/2019	Cableado de electricidad: 30mt de cable calibre 10 y 10mt cable calibre 12	Mercado libre	<b>175</b>
29/9/2019	parada de planta por 2 días para hacer la redistribución	Dicentro Balanzas C.A.	<b>560</b>
29/9/2019	Programación en PLC	Trabajador independiente	<b>200</b>
<b>TOTAL \$</b>			<b>13.320</b>

Elaborado por: Marin C. (2019)

### Propuesta de implementación de un dispositivo que sujete las balanzas

En esta propuesta del dispositivo de sujeción para las balanzas, la empresa se encargará de hacer dicho dispositivo según este plasmado en los planos, ya que la empresa cuenta con la mayoría de material necesario para fabricar dicho dispositivo, a continuación, en la tabla 21 se muestran los costos que esta incurridos en la fabricación del dispositivo.

**Tabla 21. Inversión requerida para la segunda propuesta**

FECHA	EQUIPO	PROVEEDOR	COSTO (\$)
28/9/2019	4 tornillos de 1" y 2 tuerca de 1"	Filotorca Guacara C.A.	20
28/9/2019	lamina de acero 1020 de medidas 230cmx230cmx1cm	Dicentro Balanzas C.A.	423
28/9/2019	lamina de acero 1020 de medidas 180cmx120cmx0,4xcm	Dicentro Balanzas C.A.	70
28/9/2019	lamina de acero 1020 de medidas 100cmx20cmx0,5cm	Dicentro Balanzas C.A.	8
28/9/2019	Dos ruedas locas para apoyo de base de plataformas	Mercado Libre	6
28/9/2019	Rodamiento 205-1 pulgada	Mercado Libre	25
28/9/2019	Dos pasadores de 1 pulgada	Dicentro Balanzas C.A.	7
28/9/2019	Dos bisagras de 3x3"	Mercado Libre	7
28/9/2019	Formación del personal	Dicentro Balanzas C.A.	25
28/9/2019	pedazo de lámina de acero 1020 medidas 12cmx6cmx0,5cm	Dicentro Balanzas C.A.	1
<b>TOTAL \$</b>			<b>592</b>

Elaborado por: Marin C. (2019)

Según se muestra en la tabla 21, los costos del dispositivo para la sujeción de las balanzas son de 592 \$; teniendo en cuenta que los materiales que corresponden a las láminas ya la empresa los tiene en su disponibilidad en el inventario de materiales pesados, al mismo tiempo que el material de soldadura a utilizar y la formación del personal que debe tener para la utilización del dispositivo, por lo cual la misma solo debe hacer una inversión para el dispositivo de 58\$ de materiales externos a la empresa, de igual forma cabe destacar que estos costos van incurridos en la fabricación ya que dichos materiales que posee la empresa tienen su costo y es indispensable calcularlos para saber el precio total del dispositivo a implementar.

#### **4.4.2 Análisis de la relación Costo-Beneficio**

Actualmente la empresa tiene una producción diaria en el proceso de soldadura de 2 balanzas de plataforma, lo cual para la empresa representa una producción muy baja. Con las propuestas se espera producir en el área de soldadura al menos 6 balanzas diarias, lo que representa un aumento de la capacidad de producción, el valor de beneficio es de 300%, ya que pasaría a producir 24 al mes, desde el punto de vista económico teniendo en cuenta que cada balanza de plataforma del modelo 90cmx90cm está en 697\$, la empresa estaría produciendo 16 balanzas más rápido con respecto al tiempo de producción, con un beneficio de 16.728\$ por encima de lo actual; y con la posibilidad de exportar por el número de producción diaria que pudiese tener dichas balanzas de plataforma.

Ya teniendo los beneficios económicos que generan las propuestas planteadas y la inversión total (costos) requerida para poder aplicarlas se procede a hacer el cálculo del costo-beneficio con el fin de determinar si es factible para la organización implementar dichas propuestas.

Teniendo en cuenta que la empresa tiene la gran mayoría de los recursos, no se le ve en la necesidad de invertir tanto dinero, por lo cual se hará el cálculo como si la empresa no tuviese ningún recurso y también el cálculo extrayendo todo lo que tiene disponible para invertir.

Este cálculo se realiza dividiendo el beneficio entre la inversión (costos)

$$\frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{16.728 \$/mes}{13.912 \$} = 1.20$$

La relación costo-beneficio es de 1.20, significa que se espera dejar de perder mensualmente 1.20 \$ por cada dólar invertido, por esta razón se observa que es factible para la organización implementar las propuestas planteadas.

#### **Tiempo de recuperación de la inversión**

Ahora para conocer el tiempo que le llevara la empresa recuperar lo invertido en las propuestas, se calcula el tiempo de retorno (TR) de la inversión, dividiendo la inversión (costos) requerida entre los beneficios que se obtendrá gracias a las propuestas.

$$TR = \frac{\text{Inversion}}{\text{Beneficios}} = \frac{13.912 \$}{16.728 \$/mes} = 0.83 \text{ meses}$$

El tiempo de retorno de la inversión es de 0.83 meses, es decir 25 días. Esto indica que en este día la organización recuperara la inversión que se requiere para llevar a cabo todas las propuestas planteadas en la fase III.

#### **4.4.3 Factibilidad económica**

Ahora bien, tomando en cuenta que la empresa cuenta con muchos de los recursos, se procederá a hacer los mismos cálculos con la inversión que debe hacer por materiales externos y todo lo que necesita para llevar a cabo las propuestas. A seguir se procede a hacer el cálculo de la relación costo-beneficio.

$$\frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{16.728 \$/mes}{640 \$} = 26.13$$

La relación costo-beneficio es de 26.13, significa que se espera dejar de perder mensualmente 26.13 \$ por cada dólar invertido, por esta razón se observa que es aún más factible para la organización implementar las propuestas planteadas.

### **Tiempo de recuperación de la inversión**

A continuación, para conocer el tiempo que le llevara la empresa recuperar los dólares invertidos en las propuestas, se hace el mismo calculo que se utilizó anteriormente para el TR.

$$TR = \frac{Inversion}{Beneficios} = \frac{640 \$}{16.728 \$/mes} = 0.038 \text{ meses}$$

El tiempo de retorno de la inversión es de 0.038, es decir en 1 (un) día. Esto indica que en este día la organización recuperara la inversión que se requiere para llevar a cabo todas las propuestas planteadas en la fase III.

#### **4.4.4 Factibilidad operativa de las propuestas**

Actualmente, la empresa Dicentro Balanzas cuenta con un personal altamente capacitado para cualquier actividad que se realice dentro y fuera de las instalaciones, la empresa constantemente está capacitando a su personal para que el mismo no sea incapaz de hacer actividades que sean requeridas, por ende, el personal que se posee, tiene las capacidades para llevar a cabo las propuestas de este trabajo de investigación.

Cabe destacar que el personal tiene el conocimiento de este trabajo de investigación ya que los mismo han aportado suficiente información para que se lleve a cabo, los mismos no aparentar tener ninguna resistencia al cambio que pueda tener la organización ya que estos cambios serian beneficiosos para ellos mismos para evitar problemas que puedan tener y aumentar su capacidad de conocimiento y haber remuneración por el trabajo que se le asigne dentro de la implementación de las propuestas.

#### **4.4.5 Factibilidad técnica**

Principalmente, en la propuesta de la implementación del Robot ABB se debe tener la computadora del mismo que la empresa actualmente posee, ya que la misma vino en conjunto con la compra que realizo la empresa por este Robot.

Ahora bien, dicho Robot debe tener 3 recursos indispensables que la empresa debe adquirir para poder realizar la propuesta mencionada. Estos son:

- El DressPack
- Punta de Soldador
- Punta de Gancho

El DressPack es un almacén que se necesita para cubrir el cableado y la manguera donde ira el alambre de soldadura que va directamente a la punta de soldador, esta se encargara de suministrar la soldadura pertinente para realizar la unión permanente de las piezas.

La pieza Punta gancho se encargará de realizar la elevación de los testigos que se utilizaran para hacer las pruebas de calidad a la balanza de plataforma una vez las mismas lleguen a la etapa de control de calidad, esto es un beneficio que el Robot posee ya que el mismo tiene una capacidad de carga de 120 Kg.

#### **4.4.6 Factibilidad ambiental-social**

Gracias a la implementación de las propuestas, principalmente de la primera, el cambio ambiental es notable, ya que el proceso de soldadura genera un destello altamente fuerte que genera molestias en toda el área de producción y en las áreas adyacentes a la misma; esto ya dejaría de presentarse con la redistribución de la zona de trabajo en conjunto con las vallas protectoras, también el trabajador se verá beneficiado ya que el mismo no estará directamente haciendo el proceso de soldadura sino que será el Robot ABB y esto es beneficioso, por otro lado también el calor que la soldadura genera es elevado y esto genera molestias en todo el área y puede ser perjudicial para todos los operarios presentes, ya con el Robot ABB haciendo el proceso de soldadura y los operarios estando a una distancia adecuada, el impacto del calor sera nulo, todo esto sería una ventaja importante ya que se erradicaría las quejas por calor y por destello de soldadura y habría un ambiente laboral más cómodo y seguro.

## CONCLUSIONES

Ya terminando toda la investigación gracias a la observación, diagramas y descripción del proceso de soldadura de las balanzas de plataforma en la empresa Dicentro Balanzas C.A. se logró identificar elementos que no agregan valor a la balanza de plataforma, de igual forma se cuantificó el desperdicio a través de una revisión documental en conjunto con el registro fotográfico.

Para diagnosticar la situación actual en la fase I se describieron las actividades que se realizan en el proceso de soldadura de Dicentro Balanzas C.A., a través de la observación directa durante los tres (3) meses de evaluación, también se desarrolló un diagrama de operaciones de proceso para evidenciar debilidades que hay presentes en el proceso de soldadura. Además, para analizar las causas que generan el desperdicio se desarrolló principalmente unos gráficos para saber el largo de los hilos de soldadura y se cronometro el proceso de soldadura.

Ya obteniendo las debilidades, se procedió a desarrollar la fase II, en la cual se analizaron las causas que están generando el desperdicio en el proceso de soldadura de Dicentro Balanzas C.A., para esto se utilizó la entrevista no estructurada y una lluvia de ideas realizada con trabajadores de la empresa, por otra parte, se cuantificaron los desperdicios generados mediante la observación directa y revisión documental, seguidamente se desarrolló graficas de los largos de los hilos de soldadura, se cronometró el proceso de soldadura con el fin de identificar los desperdicios presentes con las herramientas antes implementadas y se realizó un diagrama de operaciones. De allí se identificaron los desperdicios existentes de acuerdo con los siete desperdicios que establece la metodología de lean Manufacturing para posteriormente detectar las causas que generan los mismos con un diagrama de causa y efecto y finalmente priorizarlas con un diagrama de Pareto de acuerdo con la frecuencia de cada una. Con esto se hizo una tabla con las causas principales para obtener oportunidades de mejora y así proponer ideas y maquinaria con el fin de disminuir el desperdicio presente en el proceso de soldadura.

Luego de culminar la fase II, se procedió a desarrollar la fase III para dar solución a cada una de las fallas presentes para así conllevar a proponer mejoras en el proceso de soldadura que permitan eliminarlas y así cumplir con el objetivo general de la investigación.

Por último, en la fase IV se hizo una evaluación económica bajo la relación costo-beneficio para verificar si la inversión que se requiere para implementar las propuestas se justifica con los beneficios a obtener. Se logro determinar que la inversión de las propuestas es factible ya que recuperaría la inversión en muy poco tiempo y lograría reducir el valor del desperdicio que hay presente en el proceso de soldadura. Sabiendo esto, se da por cumplido el objetivo general del presente trabajo de investigación.

## RECOMENDACIONES

A continuación, se plantean diversas recomendaciones que pueden ser de suma importancia para un futuro desarrollo que tenga la empresa, y así también, para un trabajo de grado sería indispensable por propuestas que sean beneficiosas para el proceso a estudiar. Las recomendaciones son las siguientes:

1. Con la implementación del robot ABB el mismo puede ser utilizado para otros procesos, solamente habría que cambiar la punta del mismo y programarlo para que haga la actividad que sea requerida.
2. En la propuesta dos (2) en vista de la situación de la empresa actualmente no tiene mucho movimiento de las balanzas 200cmx20cm, en lo que va del año 2019 y este trabajo se presentara el 24 de octubre del mismo año, no se ha vendido ninguna balanza de esa medida, por lo que se puede rediseñar el dispositivo y adaptarlo solo para las balanzas de 90cmx90cm hasta la medida de 150cmx150cm con el fin de disminuir los costos de fabricación del mismo y facilitar la movilidad del mismo ya que al cambiar esto, el peso disminuiría drásticamente.
3. Diseñar un sistema corredero para el robot con el fin de que dicho Robot no esté fijado solo en una posición en la empresa, para que en el futuro en dado caso sea necesario, el Robot pueda ser movido con facilidad para el área que sea deseada, siempre y cuando sea de manera lineal y este dentro del área de producción.
4. Evaluar nuevamente la razón beneficio/costo cuando se proceda a implementar las propuestas ya que la demanda diaria de producto terminado podría disminuir o en su defecto aumentar, cualquiera que sea el caso se debe realizar para verificar si aún es factible su aplicación. Y con las posibles propuestas que se puedan implementar.

5. Se recomienda hacer una simulación del Robot ABB para poder tener resultados más reales y así tener evidencia de cómo se eliminarán los desperdicios que hay presentes en este trabajo de investigación
6. La implementación de estas propuestas tienen un abanico muy amplio para la fabricación de diferentes productos que la empresa realiza, por ejemplo las mismas propuestas se pueden aprovechar para el proceso productivo de las balanzas de plataforma de acero inoxidable, las balanzas romanas y las balanzas de gancho que son tipos de balanzas que pasan por el mismo proceso de soldadura actual y gracias a estas propuestas se puede corregir diversos desperdicios que puede tener presentes este proceso de dichos productos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Fuentes Bibliográficas

- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. Caracas. Editorial Episteme.
- Baute, Y. y Hernández, M (2014). **Propuesta de Mejoras para la Reducción de Scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela**. Trabajo de pregrado. Universidad José Antonio Páez, San Diego, Venezuela
- Burgos, F. (2014). **Ingeniería de Métodos**. Valencia: Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo.
- Chapman, S. (2006). **Lean Manufacturing** Limusa, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ingeniería Industrial.
- Galgano, A. (1995). **Los 7 instrumentos de la Calidad Total**. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Moreno, J. y Polo, J. (2016). **Propuestas de Mejora para la Reducción de Desperdicios en el Proceso de Producción de Alimentos Concentrados para gallinas ponedoras en la Empresa Alimentos la Caridad C.A**. Trabajo de pregrado. Universidad de Carabobo, Bárbula.
- Madariaga, F. (2013). **Lean Manufacturing: exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familia de productos mediante procesos discretos**. Madrid: Bubok Publishing S.L.
- Mijares, H. y García, L. (2007) **Metodología de la Investigación**. Edición. Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana S.A.
- Palella, S y Martins F (2010) **Metodología de la investigación cuantitativa**. 2da Edición. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, 2006
- Pinto, J. (2015) **Diseño de una propuesta de mejora basada en un plan estratégico a fin de disminuir las unidades defectuosas originadas en la línea C1 de la empresa VENVIDRIO C.A**. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUPSM). Venezuela.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). **Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad**. Madrid: Díaz de Santos.

Sabino, C. (2007). **Propuesta de investigación** Editorial Panto. Caracas, Venezuela.

Villaseñor, A. y Galindo, E. (2007) **Conceptos y reglas de Lean Manufacturing**. México: Limusa.

### **Fuentes Electrónicas**

Abela, J. (1998) **Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada**. <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2018/02/Andreu.- analisis-de- contenido.-34-pags-pdf.pdf> consultado el 7 de agosto del 2019.

Amador, M. (2009) **Metodología de la investigación**. obtenido de: [http://manuelgalan.blogspot.com/2009\\_09\\_20\\_archive.html](http://manuelgalan.blogspot.com/2009_09_20_archive.html) consultado el 8 de agosto del 2019

Amador, M. (2008). **Guía Metodológica para Diseños de Investigación**. Disponible en: [http://manuelgalan.blogspot.com/2009\\_05\\_24\\_archive.html](http://manuelgalan.blogspot.com/2009_05_24_archive.html) consultado el 2 de agosto del 2019.

Blanco, R. & Solis, A. (2013). **Ingeniería de procesos de fabricación**. Obtenido de: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw> consultado el 2 de agosto del 2019.

Couto, M. y Hoyos, P. (2011) **Medición de Tiempos y Métodos (Mtm)**. IES Escola del Treball, Barcelona. En web: [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_5.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf) consultado el 3 de agosto del 2019.

Craig y John (2006) **Definiciones Conceptuales**. Obtenido de: <https://sites.google.com/site/scotalopezpabloisai/1-definiciones-conceptuales> consultado el 6 de agosto del 2019.

Fernández, A. (2005) **Grupo nominal (TGN)** disponible en: <https://www.neuronilla.com/grupo-nominal-tgn/> consultado el 12 de octubre del 2019

Guanoluisa, N. (2014) **Importancia De Los Estudios De Tiempos En El Proceso De Comercialización De Las Empresas**. disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html> consultado el 5 de agosto del 2019.

- Jon Prosser (2008) **Registro foto gráfico para el estudio de las prácticas de enseñanza en la universidad. De la ilustración al descubrimiento.** universidad nacional de las artes universidad de buenos aires. Visualizar en: <https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/68988/1/el-registro-fotografico-augustowsky.pdf> consultado el 7 de agosto del 2019.
- Macchiavello (2008) **Definiciones Conceptuales.** Obtenido de: <https://sites.google.com/site/sccotalopezpabloisai/1-definiciones-conceptuales> consultado el 6 de agosto del 2019.
- Maraña, J.C. (2005) **Instrumentación y Control De procesos.** en web: [https://www.academia.edu/10047837/INSTRUMENTACION\\_Y\\_CONTROL\\_DE\\_PROCESOS\\_Autor\\_es\\_JUAN\\_CARLOS\\_MARA\\_Area\\_tecnica\\_Industria\\_y\\_Energia](https://www.academia.edu/10047837/INSTRUMENTACION_Y_CONTROL_DE_PROCESOS_Autor_es_JUAN_CARLOS_MARA_Area_tecnica_Industria_y_Energia) consultado el 6 de agosto del 2019.
- Menéndez, G. (2014) **Las 7 mudas.** obtenido en web: <https://prevenblog.com/las-7-mudas/> consultado el 3 de agosto del 2019.
- Murillo, A. (2013) **un PLC es un controlador lógico Programable-CTIN.** visualizar en: <http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/> consultado el 6 de agosto del 2019.
- NEMA (National Electrical Manufacturers Association) (2013) **Un PLC es un Controlador Lógico Programable – CTIN.** En web: <http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/> consultado el 6 de agosto del 2019.
- Salazar, F. (2008) **Organizaciones inteligentes.** Obtenido de: <http://organizacionesinteligentes.blogspot.com/2008/07/rightsizing.html> consultado el 28 de septiembre del 2019.
- Sansonneti y Malilick (2013) **Diseño de la distribución en planta: Definición y cuándo realizarla.** Obtenido de: <https://leanmanufacturing10.com/disenio-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla> consultado el 4 de agosto del 2019.
- Smiller, H. (2013) **poka-yoke.** visualizar en: [http://poka-yoke0020unal.blogspot.com/2013/11/blog-post\\_2125.html](http://poka-yoke0020unal.blogspot.com/2013/11/blog-post_2125.html) consultado el 3 de agosto del 2019.