



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN EL ÁREA PRODUCTIVA  
DE UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

AUTOR

Ángel David Aguirre Vela

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN EL ÁREA PRODUCTIVA  
DE UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Msc. José Antonio Toscano Romero

Autor

Ángel David Aguirre Vela

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, Aplicación de Ingeniería de Métodos en el área productiva de una industria metal mecánica, a través de reuniones periódicas con el estudiante Ángel David Aguirre Vela, en el semestre 201920, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

José Antonio Toscano Romero

Magister En Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

C.I. 171519528 - 3

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, Aplicación de Ingeniería de Métodos en el área productiva de una industria metal mecánica, del estudiante Ángel David Aguirre Vela, en el semestre 201920, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Edison Rubén Chicaiza Salgado  
Master in Business Administration  
C.I. 171032903 - 6

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Ángel David Aguirre Vela

C.I. 171809322 - 0

## **AGRADECIMIENTOS**

A toda mi familia por su amor y apoyo diario, a mis amigos más cercanos y a mis profesores por todas sus enseñanzas.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Marlon y Martha por la fuerza, amor y felicidad que me transmiten, a mi hermana Valeria, por ser mi mejor amiga y compañera de vida, y a mi Tío Johnny por el apoyo y cariño que siempre me ha brindado.

## RESUMEN

La empresa manufacturera donde se realizó este proyecto, es una metalmecánica que consta con 30 personas dentro de su área de producción. Está ubicada en Carcelén industrial y tiene un área de ensamble en la Parroquia de Calacalí. Dedicada en un inicio a la fabricación de muebles de oficina, hoy en día fabrica una gran variedad de productos en metal; entre ellos, paradas de buses en acero inoxidable, que es una de sus principales líneas de producción.

Este proyecto se enfocó en la mejora del proceso de ensamble de la línea de producción de paradas de buses, donde se evidenciaron errores de calidad del producto y desperdicios que afectaban a la productividad de la línea.

La propuesta de mejora se basó en aplicar una ingeniería de métodos dentro del proceso de ensamble, con el fin de crear métodos de fabricación óptimos que mejorarían la productividad de la línea, reducirían los desperdicios existentes y disminuirían el tiempo de fabricación del producto. A través de un estudio de tiempos y movimientos se logró estudiar los métodos utilizados durante la fabricación de las paradas de buses. Posteriormente, se logró estandarizar la mejora propuesta en el proceso, creando hojas de trabajo estándar y hojas de elemento de trabajo.

La mejora se inició con un análisis de Pareto de los desperdicios que eran más significativos para la línea y un análisis de la causa- raíz del problema. Partiendo de esto, se pasó a realizar un estudio de tiempos y se calculó el tiempo estándar de las operaciones de la línea de ensamble y su capacidad con el fin de conocer la cantidad del producto que la línea podía producir en un tiempo determinado. Una vez calculados los tiempos, se hizo un estudio de las actividades de las operaciones analizando los métodos de trabajo a través de diagramas OTIDA, y posteriormente optimizar esos métodos. Luego se realizó una propuesta de mejora la cual busca aumentar la productividad de la línea y junto con esto una

estandarización de las operaciones para tener métodos de fabricación definidos y crear control sobre el proceso.

Finalmente se realizó un análisis costo beneficio, en dónde se puede apreciar un ahorro estimado que se obtendría en insumos, tiempo de fabricación, transportes realizados y errores de fabricación en caso de que la propuesta de mejora sea aplicada.

## **ABSTRACT**

The manufacturing company where this project was carried out is a metalworking that has 30 people within its production area. It is located in Carcelén industrial, and has an assembly area in the Parish of Calacalí. Initially, the company was dedicated to the manufacture of office furniture, today it manufactures a wide variety of metal products; among them, bus stops in stainless steel, which is one of its main production lines.

This project was focused on the improving of the assembly process of the bus stop production line, where product quality errors and materials waste were evidenced, and this things were affecting the productivity of the line.

The improvement proposal was based on applying a engineering method within the assembly process, in order to create optimal manufacturing methods that would improve the productivity of the line, reduce existing materials waste and reduce the manufacturing time of the product. Through a study of times and movements, it was possible to study the methods used during the manufacture of bus stops. Subsequently, it was possible to standardize the proposed improvement in the process, creating standards worksheets and work item sheets.

The improvement began with a Pareto analysis of the material waste that was most significant for the line and an analysis of the root cause of the problem. Based on this, a time study was carried out and the standard time of the assembly line operations and its capacity was calculated in order to know the quantity of the product that the line could produce in a given time. Once the times were calculated, a study of the activities of the operations was analyzed by analyzing the working methods through OTIDA diagrams, and subsequently optimizing those methods. Then, an improvement proposal was made which want to increase the productivity of the line, and along with this, a standardization of

operations to have defined manufacturing methods and create control over the process.

Finally, a cost-benefit analysis was carried out, where you can see an estimated savings that would be obtained in supplies, manufacturing time, transport and manufacturing errors if the improvement proposal was applied.

# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Alcance.....	7
1.3	Problema.....	7
1.4	Justificación.....	7
1.5	Objetivos.....	8
1.5.1	Objetivo General.....	8
1.5.2	Objetivos específicos.....	8
2	MARCO TEÓRICO.....	9
2.1	Productividad.....	9
2.2	Ingeniería de métodos.....	9
2.2.1	Procedimiento para realizar un Estudio de métodos.....	11
2.2.2	Beneficios de la aplicación de la ingeniería de métodos.....	11
2.3	Estudio de tiempos.....	16
2.3.1	Herramientas para el estudio de tiempos.....	16
2.3.2	Factores en la realización del estudio de tiempos.....	16
2.3.3	Tiempo estándar.....	17
2.4	Manufactura esbelta.....	19
2.5	Calculo de capacidad de operaciones.....	19
2.5.1	Balanceo de línea.....	19
2.6	Trabajo estándar.....	20
2.6.1	Hojas de trabajo estandarizado (SOS).....	21
2.6.2	Hojas de elemento de trabajo (JES).....	22

<b>3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	22
3.1 Levantamiento de procesos.....	22
3.1.1 Caracterización de procesos.....	24
3.1.2 Plano general.....	35
3.2 Detalle del proceso de fabricación de paradas de buses.....	36
3.2.1 Banca.....	37
3.2.2 Apoyo isquiático.....	39
3.2.3 Techo de la parada.....	42
3.2.4 Cuerpo de la parada.....	45
3.3 Layout de la planta.....	46
<b>4 ESTUDIO DEL TRABAJO</b> .....	47
4.1 Estudio de tiempos.....	47
4.2 Análisis de métodos.....	76
4.2.1 OTIDA Marco externo del techo.....	77
4.2.2 OTIDA Marco interno del techo.....	78
4.2.3 OTIDA Unión marco interno y externo del techo.....	80
4.2.4 OTIDA Costillas.....	81
4.2.5 OTIDA Viga principal.....	82
4.2.6 OTIDA Unir costillas con la viga principal (Costillar).....	85
4.2.7 OTIDA Ensamble del techo completo.....	86
4.2.8 OTIDA Columna principal derecha e izquierda del cuerpo de la parada.....	87
4.2.9 OTIDA Soporte del vidrio del cuerpo de la parada.....	88
4.2.10 OTIDA Cuerpo completo de la parada.....	89
4.2.11 OTIDA Patas banca izquierda y derecha.....	90
4.2.12 OTIDA Ensamble asientos.....	91

4.2.13	OTIDA Patas isquiáticos izquierda y derecha.....	93
4.2.14	OTIDA Ensamble asientos.....	93
4.2.15	OTIDA Unión patas con asientos.....	94
4.3	Calculo de la capacidad de cada una de las operaciones....	95
4.4	Análisis causa raíz del problema.....	97
<b>5</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORA.....</b>	<b>108</b>
5.1	Propuesta de nuevos métodos.....	108
5.1.1	Propuesta de método para soldar el marco externo.....	108
5.1.2	Propuesta de método para soldar el marco interno.....	110
5.1.3	Propuesta de método para unir el marco externo con el marco interno.....	112
5.1.4	Propuesta de método para soldar costillas.....	114
5.1.5	Propuesta de método para soldar viga principal.....	115
5.1.6	Propuesta de método para soldar el techo completo.....	118
5.1.7	Propuesta de método para soldar las columnas del cuerpo de la parada.....	119
5.1.8	Propuesta de método para soldar el soporte del vidrio del cuerpo.....	121
5.1.9	Propuesta de método para soldar el cuerpo completo de la parada.....	122
5.1.10	Propuesta de método para soldar las patas de la banca.....	123
5.2	Análisis de nuevos métodos de trabajo.....	125
5.2.1	Calculo de la capacidad de las operaciones propuestas.....	126
5.2.2	Análisis de la productividad con la propuesta de mejora.....	127
5.3	Estandarización de nuevos métodos de trabajo.....	129
5.3.1	Hoja de trabajo estándar.....	129

6	ANALISIS COSTO BENEFICIO Y RESULTADOS.....	132
6.1	Ahorro por tiempos de fabricación.....	132
6.2	Ahorro en horas extras de trabajo.....	133
6.3	Ahorro en transportes.....	134
6.4	Ahorro en insumos.....	135
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	137
7.1	Conclusiones.....	137
7.2	Recomendaciones.....	138
	REFERENCIAS .....	139
	ANEXOS .....	142

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La industria metalmecánica es el sector que comprende las máquinas industriales y las herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas, siendo su insumo básico el metal y las distintas aleaciones de hierro.

Las principales aplicaciones de este sector son: Fabricación de productos en acero, instalaciones y servicios metalúrgicos, preparación de productos para la industria, termo mecánica, producción de máquinas y equipos, construcciones metálicas, etc.

Este sector le brinda un alto valor agregado a la cadena productiva del país, ya que es considerado como uno de sus pilares fundamentales con unos valores de producción anual de:

- Productos largos de acero (varillas, perfiles, tubos): aprox. 598.000 toneladas
- Alambres de acero (trefilados y manufacturas de alambre): aprox. 72.000 toneladas
- Alambres de cobre y aluminio para electricidad: 50.000 toneladas
- Productos de acero varios (con chapa de acero – laminados planos): 60.000 toneladas (Pro ecuador, 2017).

La empresa a analizarse en este proyecto es una empresa la cual su principal actividad económica es la fabricación de productos en metal, siendo la materia prima de estos productos la chapa metálica, ya sea ésta de acero negro, acero inoxidable, hierro galvanizado o aluminio.

Esta metalmecánica es una empresa manufacturera fundada en el año 1992, ubicada en la ciudad de Quito, un área de la empresa en el sector de Carcelén alto Industrial y otra área en Calacalí. Se dedica al diseño, fabricación, distribución de mobiliario y, servicios y productos metalmecánicos en general. Consta actualmente con 44 empleados, 29 de ellos trabajan en el área de

producción la cual se divide en: Tapicería, Pintura y ensamble, Carpintería y el área más grande, metalmecánica. Los volúmenes de producción mensual son de aproximadamente 105 productos en metal.

**Dentro del portafolio de productos la empresa tiene:**

- Mobiliario urbano



*Figura 1. Parada de bus*

- Mobiliario de oficina en general.
- Fachadas ventiladas.
- Góndolas.
- Estanterías.
- Mostradores de productos.
- Neveras.
- Protectores de Carter.

De igual manera la planta cuenta con maquinaria la siguiente maquinaria:

## Punzonadora



*Figura 2.* Punzadora

Tomado de: Trumf, s.f

- Máquina CNC.
- Realiza corte, perforación y embutición.
- Su función es desplazar a las troqueladoras y el desarrollo de matrices.
- Puede trabajar con espesores de 0.5 a 6 mm pero se utiliza de 0.5 a 3 mm.
- A partir de 4mm se utiliza corte láser.

## Cizalla múltiple



*Figura 3.* Cizalla múltiple

Tomado de: Durma, s.f

- Guillotina que corta los sobrantes de metal.
- Perfora hasta 12 mm

## Plegadora



*Figura 4. Dobladora*

Tomado de: Adira, s.f

- Para doblar utiliza matriz y punzón.
- Dobla espesores de 0.5 mm a 8 mm
- Puede doblar piezas de manera recta y con ángulos.

## Cortadora Láser



*Figura 5.* Cortadora Láser

Tomado de: Salvagnini, s.f

- La máquina trabaja con aire, oxígeno y nitrógeno, el gas utilizado varía dependiendo del material y espesor a cortar.
- Corta hasta 5mm en Aluminio.
- Corta hasta 10 mm en Acero inoxidable.
- Corta hasta 15 mm en Acero laminado al frío.

## Paneladora



*Figura 6.* Paneladora

Tomado de: Salvagnini, s.f

- Automática
- Funciona con CAD/CAM

- Dobra en acero inoxidable hasta 5 mm de espesor.
- Dobra en acero laminado al frío hasta 8 mm de espesor.

**La planta también posee:**

Cortadora de tubos.

Cortadora de platinas.

11 puestos de soldadura.

Soldadora por puntos.

**Área de trabajo**

El área productiva de la empresa cuenta con 4 galpones ubicados en distintos puntos. Dos de ellos se encuentran en la zona de Carcelén industrial, donde funcionan las áreas de Carpintería, Tapicería y Metalmecánica. En cuanto a los otros dos galpones, ubicados en Calacalí Industrial, funcionan las áreas de ensamble y pintura.

El área con más espacio de trabajo se encuentra en Calacalí donde se ensamblan las diferentes piezas enviadas desde Metalmecánica, este espacio de trabajo es de aproximadamente 2 mil metros cuadrados.

**Principales clientes:**

- Publicidad Sarmiento



*Figura 7.* Logo Sarmiento

Tomado de: Publicidad Sarmiento, s.f

Este cliente contrató a la empresa para fabricar las paradas de buses, producto que ha representado la mayor cantidad de ingresos para la organización en el año 2018 y 2019.

## **1.2 Alcance**

La empresa posee 4 líneas de producción: Carpintería, Tapicería, Pintura y Metalmecánica. Este proyecto está enfocado en la línea de producción metalmecánica de la empresa. Aquí se propone un estudio de trabajo dentro del proceso de armado de paradas de buses y posteriormente se realizará una propuesta de un escenario más productivo de fabricación del producto antes mencionado.

## **1.3 Problema**

La línea de fabricación del proceso de suelda y armado de paradas de buses, siendo una línea relativamente nueva, no consta con métodos de trabajo definidos ni instrucciones de trabajo para los operadores, lo cual genera variabilidad en sus operaciones generando errores de fabricación en el producto. De igual manera la mala calibración de las máquinas, la poca capacitación al personal y la no adecuada manera de realizar las tareas genera varios desperdicios dentro del proceso como: sobreproducción, transportes innecesarios, elevado inventario en proceso, sobre procesamiento, etc. Otro de los problemas principales es que la planta está gastando una gran cantidad monetaria en horas extras reflejando la baja eficiencia que tiene la línea.

## **1.4 Justificación**

Un examen crítico de la metodología actual dentro de la línea, ayudará a la empresa a ver si los métodos de fabricación utilizados para llevar a cabo un trabajo son productivos. Aquí se debe hallar un método de operar más sencillo y eficiente para reducir los desperdicios mencionados previamente.

En cuanto al estudio de tiempos y movimientos en el proceso de fabricación de paradas de buses, es sumamente importante para la empresa, ya que se desea saber si la planta posee la capacidad de producción para cumplir con la demanda del cliente, de igual manera la propuesta de un proceso de fabricación estandarizado junto con su respectivo manual de procedimientos ayudará a plasmar en el trabajador una manera específica de operar y no que solo los procedimientos estén entendidos sino documentados.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Aplicar ingeniería de métodos y estudio de tiempos en la línea de producción de armado y suelda de paradas de buses, para mejorar la productividad.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la línea a través de diagramas de flujo de proceso y curso gramas analíticos de proceso
- Realizar las mediciones de tiempo correspondientes y calcular el tiempo estándar.
- Calcular la capacidad de cada una de las operaciones del proceso de suelda y armado.
- Balancear las operaciones en el caso de ser necesario y proponer mejoras en los métodos actuales.

- Estandarizar las propuestas de mejora del proceso a través de Hojas de trabajo estándar y tablas combinadas de operación estandarizadas.
- Generar mediante la propuesta, un ahorro económico y reducción de desperdicios para aumentar la productividad de la línea de armado y suelda.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Productividad**

La productividad es una medida con la cual podemos analizar qué tan eficientemente estamos realizando nuestro trabajo, para generar valor económico, un indicador de que se está siendo productivo es que se logra realizar lo mismo con la misma o menor cantidad de recursos. Por ende la productividad es la relación entre lo que se produce y lo que se utilizó para realizar lo producido.

### **2.2 Ingeniería de métodos**

La ingeniería de métodos es registro y análisis sistemático de la metodología que se lleva a cabo para realizar un trabajo determinado dentro de una estación de trabajo. El objetivo principal del estudio o ingeniería de métodos es aumentar la productividad y eficiencia dentro de cualquier sistema productivo.

La ingeniería de métodos comprende el estudio del proceso de fabricación o prestación del servicio, el estudio de movimientos y el cálculo de tiempos. Por tanto se encarga de prever:

- Dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en productos terminados o servicios.
- Cómo puede una persona desempeñar más efectivamente las tareas que se le asignan.

- Qué método debe seguir y cuál debe ser la distribución de materiales, herramientas, accesorios y equipos en la estación de trabajo.
- Cómo debe cargar y descargar las máquinas y acelerar su puesta en marcha.
- Cuál debe ser el empaque, envase y embalaje del producto terminado.
- Cómo debe ser el manejo, transporte y almacenamiento de los materiales y productos terminados. Medir el trabajo para asignar cargos, teniendo en cuenta los niveles de habilidad de las personas, los grados de mecanización, las condiciones de trabajo y el volumen o cantidad de productos o servicios.
- Aprovechamiento de recursos humanos conforme a sus competencias.
- Aprovechamiento del espacio en sus tres dimensiones.
- Aprovechamiento de equipos, por cuanto la inversión en los mismos es cada vez mayor.
- Eliminar toda clase de desperdicios en materiales, mano de obra, espacios, recursos económicos y financieros, etc. (Palacios, 2016, pp. 18 - 19).



*Figura 8.* Funciones de la Ingeniería de Métodos  
Tomado de: (Palacios, 2016, p.18).

### **2.2.1 Procedimiento para realizar un Estudio de métodos**

1. Seleccionar la operación en la cual se realizará el estudio.
2. Registrar toda la información existente del método de trabajo.
3. Examinar críticamente la información que se registró.
4. Desarrollar alternativas para mejorar el método.
5. Definir el nuevo método.
6. Implantar el nuevo método.
7. Dar seguimiento al nuevo método.

### **2.2.2 Beneficios de la aplicación de la ingeniería de métodos**

- Reducen el tiempo que se necesita para la aplicación de actividades.
- Su aplicación brinda un producto cada vez más estable y de mejor calidad.
- Se minimizan costos a través de la optimización del uso de insumos apropiados para la producción.
- Se mejora la salud, el bienestar y las condiciones laborales de los trabajadores.

#### **2.2.2.1 Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80%-20%, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha. Permite, pues, asignar un orden de prioridades, afirmando que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los “pocos vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha.

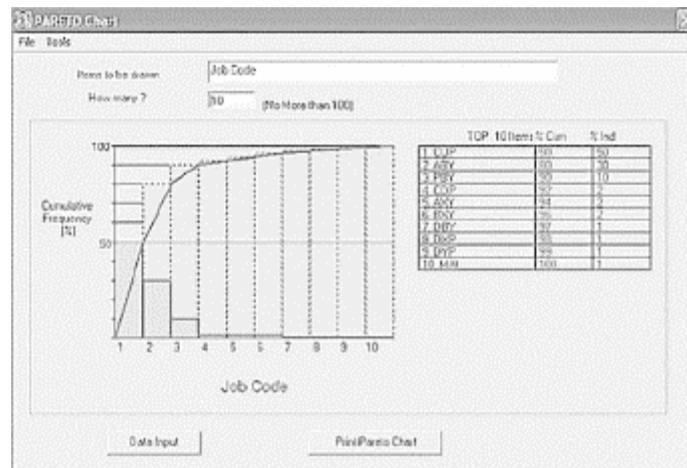


Figura 9. Diagrama de Pareto  
Tomado de: (Freivalds & Niebel, 2014, p. 18).

### 2.2.2.2 Diagrama espina de pescado

También llamado diagrama causa y efecto, consiste en definir la ocurrencia de un problema no deseable “como la cabeza del pescado”, y después encontrar las causas para que ocurra el problema “como las espinas del pescado”. Este análisis de causas está basado en 6 categorías principales: Humano, Máquina, Materiales, Métodos, Administrativos, Ambiente.



**Figura 2.2** Diagrama de causa-efecto de las quejas de los empleados relacionadas con la operación de la máquina.

**Figura 10.** Diagrama causa-efecto  
Tomado de: (Freivalds & Niebel, 2014, p. 19).

### 2.2.2.3 Diagrama de flujo de proceso

Es un plano del área de trabajo donde se indica la trayectoria seguida por el objeto o actividad que se estudia, acompañado de los símbolos de análisis de procesos de la ASME, colocados sobre el plano, para indicar lo que sucede al objeto o actividad a su paso por el proceso. Este diagrama es particularmente útil porque proporciona una vista global compacta y general de un proceso en existencia o propuesta. Es un auxiliar valioso en el trabajo de distribución de la planta. Su elaboración familiariza rápida y efectivamente al ingeniero con el proceso completo y el lugar donde se desarrolla cada actividad. (Palacios, 2016, p. 85).

## Formato de diagrama de flujo de proceso

Tabla 1.  
Ejemplo de diagrama de flujo de proceso

Ubicación: Dorben Ad Agency		Resumen			
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha: 1-25-98		Operación	4		
Operador: J.S.	Analista: A. F.	Transporte	4		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Retrasos	4		
Método: <input checked="" type="radio"/> Presente <input type="radio"/> Propuesto		Inspección	0		
Tipo: <input checked="" type="radio"/> Trabajador <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina		Almacenamiento	2		
Comentarios:		Tiempo (min)			
		Distancia (pies)	340		
		Costo			
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○ ○ D □				
Hacia el cuarto de recopilación	○ ● D □ ▽		100		
Ordenar los estantes por tipo	○ ○ ● D □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	● ○ D □ ▽				
Apilar	○ ○ ● D □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ● D □ ▽		20		
Empujar, doblar, rayar	● ○ D □ ▽				
Apilar	○ ○ ● D □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ● D □ ▽		20		
Poner la grapa	● ○ D □ ▽				
Apilar	○ ○ ● D □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ● D □ ▽		200		
Colocar la dirección	● ○ D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ○ D □ ▽				

Tomado de: (Freivalds & Niebel, 2014, p. 28).

### 2.2.2.4 Diagrama SIPOC

Es una herramienta que sirve para analizar una secuencia lógica de procesos, usualmente se la expresa en formato de tabla. En este diagrama se pueden visualizar y analizar los siguientes parámetros, un proveedor, una entrada, un proceso o procedimiento y una salida, adicional a estos parámetros también se

analizan los controles presentes dentro del proceso y los recursos que se utilizan e influyen para que este funcione de manera correcta.

Las siglas SIPOC corresponden a Supplier, Input, Process, Output, Customer, para realizar un diagram SIPOC se deben seguir estos pasos:

- Dividir la operación en partes que se consideren importantes para analizarlas. Esto se coloca en la columna de proceso.
- Identificar los materiales o servicios que ingresan al proceso. Esto se lo coloca en la columna entrada.
- Indicar cuales son los clientes externos o proveedores que proporcionan los materiales o servicios en las entradas.
- Establecer que es lo que queda luego del procesamiento, Es decir lo que se entrega al final de cada proceso. Esto se lo coloca en la parte salidas.
- Colocar en la columna de salidas lo que recibe el cliente luego de que se culminara el proceso.

#### Ejemplo de diagrama SIPOC:

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3 ....	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Figura 11. Diagrama SIPOC  
Tomado de: PYMESYCALIDAD, s.f

## **2.3 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es el complemento del estudio de métodos y movimientos. El objetivo principal es determinar el tiempo que requiere un operario normal, calificado, con herramientas adecuadas, trabajando a ritmo normal y bajo condiciones ambientales normales, para realizar un trabajo u operación. (Palacios, 2016, p. 243).

### **2.3.1 Herramientas para el estudio de tiempos**

- Cronómetro
- Cámara de fotos
- Cámara de video
- Formato para registro de tiempos
- Calculadora

### **2.3.2 Factores en la realización del estudio de tiempos**

- Seleccionar al operario o equipo de trabajo.
- Analizar todos los factores que tienen influencia en el proceso.
- Analizar el puesto de trabajo.
- Verificar las condiciones ambientales.
- Dividir la operación en elementos medibles.
- Tomar y registrar tiempos.
- Calcular el número adecuado de ciclos por cronometrar. (Palacios, 2016, pp. 263 - 264).

### 2.3.3 Tiempo estándar

Unidad de tiempo para la realización de una tarea en un determinado tiempo, realizado por personal calificado, el tiempo estándar se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal.

#### Pasos para calcular el tiempo estándar:

- Cálculo del promedio por elemento: Se deben sumar las lecturas consideradas como consistentes y dividir por la cantidad de las mismas.

$$Te = \frac{\sum Xi}{LC} \quad (\text{Ecuación 1})$$

EXi= Sumatoria de las lecturas consideradas consistentes.

Te= Tiempo promedio por elemento.

LC= Lecturas consistentes.

#### Tiempo normal

Tiempo que requiere un operario calificado, para realizar una tarea, a ritmo normal, para completar una operación usando un método establecido.

Consiste en calcular el tiempo normal para cada elemento mediante la siguiente fórmula:

$$T_n = T_e \times \frac{\text{Valor Atribuido}}{\text{Valor Estándar}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Tabla 2.

Tabla con los sistemas de valoración de ritmo de trabajo.

TABLA DE COMPARACION DE ACTIVIDADES DE SISTEMAS INTERNACIONALES DE MEDIDA DEL TRABAJO

REFA	BASIC WORK FACTOR	MTM	BSI (75-100)	BEDAUX (60-80)	CENTESIMAL (100-133)	
94.5	80.0	90.0	75.0	60.0	100.0	Actividad normal
100.0	84.6	95.2	79.4	63.5	105.8	
105.0	88.9	100.0	83.3	66.7	111.1	
118.1	100.0	112.5	93.8	75.0	125.0	
126.0	106.7	120.0	100.0	80.0	133.3	Actividad óptima
157.5	133.3	150.0	125.0	100.0	166.7	Actividad máxima teórica

### Cálculo del tiempo estándar con adiciones por suplementos:

En este paso al tiempo normal se lo adicionan suplementos por carga o condiciones de trabajo, las cuales influyen en el desempeño del mismo. Con estas adiciones él se saca el tiempo estándar de las operaciones, a través de la fórmula:

$$T_t = T_n \times (1 + \text{Suplementos}) \quad (\text{Ecuación 3})$$

## 2.4 Manufactura esbelta

La Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Eijy Toyota entre algunos. El sistema de Manufactura Esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- Mejora continua: Kaizen
- La mejora consistente de Productividad y Calidad

## 2.5 Calculo de capacidad de operaciones

La capacidad de las operaciones te indica a cuantas unidades por turno puede entregarte una máquina o una línea de producción, la capacidad de las operaciones se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Capacidad = \frac{\text{Tiempo disponible } \left(\frac{\text{seg}}{\text{turno}}\right)}{\text{Tiempo más largo } \left(\frac{\text{seg}}{\text{pieza}}\right)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

### 2.5.1 Balanceo de línea

Consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de

proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

En su estado más refinado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo en el cual las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, en donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten efectividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonable directo. Este total refinamiento en el proceso no es, sin embargo, absolutamente necesario.

Los obstáculos a los que no enfrentaremos al tratar de balancear una línea de producción serán:

- Líneas con diferentes tasas de producción
- Inadecuada distribución de planta
- Variabilidad de los tiempos de operación.

Para remediar esta situación debemos nivelar las cargas de trabajo, de tal manera que los operarios tengan una misma cantidad de trabajo en un tiempo determinado, de modo que se pueda reducir al máximo el tiempo ocioso de las estaciones de trabajo mediante una secuencia tecnológica predeterminada.

## **2.6 Trabajo estándar**

Es una herramienta usada para asegurar el rendimiento máximo, con un mínimo de desperdicio, por medio de la mejor combinación de operadores y maquinaria.

Esta herramienta nos ayuda a marcar el ritmo de producción con documentos muy bien mostrados en la celda de trabajo. Se muestra en un grupo de

documentos vivos que son flexibles y ayudan a entender cómo la operación cumple con los requerimientos del cliente.

### 2.6.1 Hojas de trabajo estandarizado (SOS)

En las hojas de trabajo estándar se muestra el diseño del proceso con sus trabajadores y el flujo de material, para establecer los movimientos más eficientes de acuerdo con las operaciones estáticas y dinámicas. Se pueden observar las distancias y, en general, se analizan las operaciones en grupo.

Para fortalecer este documento es necesario validarlo y generarlo con los trabajadores que todos los días llevan a cabo sus actividades

#### Ejemplo de hoja de trabajo estandarizado:

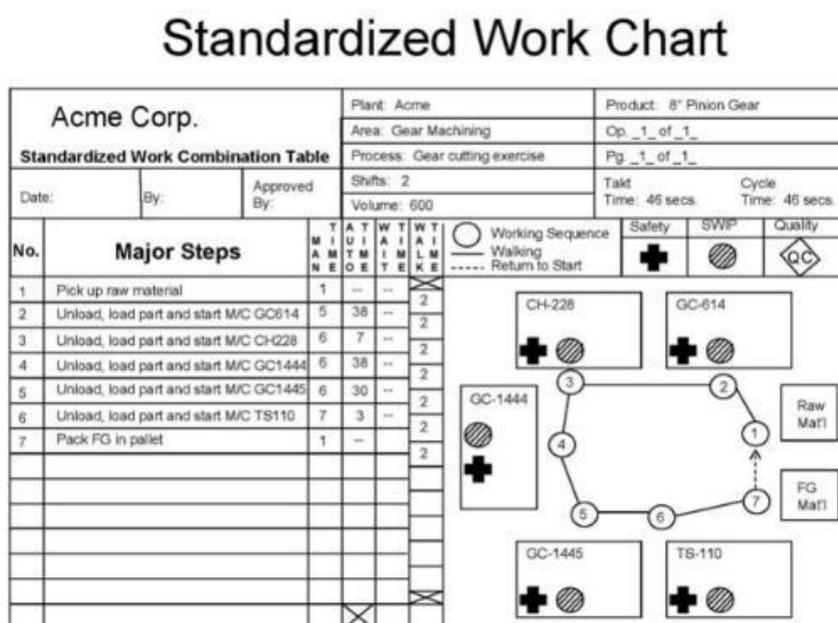


Figura 12. Hojas de trabajo estandarizado

### **2.6.2 Hojas de elemento de trabajo (JES)**

Las hojas de elemento de trabajo son el complemento de las hojas de trabajo estandarizado, ya que aquí se muestra la secuencia y las tareas que se deben realizar en cada operación, indican exactamente lo que el operador debe realizar paso por paso para cumplir con sus deberes. Estas hojas de elemento de trabajo le brindan al operador claridad para realizar las cosas, ayudan a tener control sobre el proceso y reducen la variabilidad con la que se realizan las actividades dentro de las operaciones.

## **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **3.1 Levantamiento de procesos**

El levantamiento de los procesos de la empresa se lo inicia analizando los macro procesos, donde tenemos los macro procesos de dirección, los macro procesos de valor y los macro procesos de apoyo.

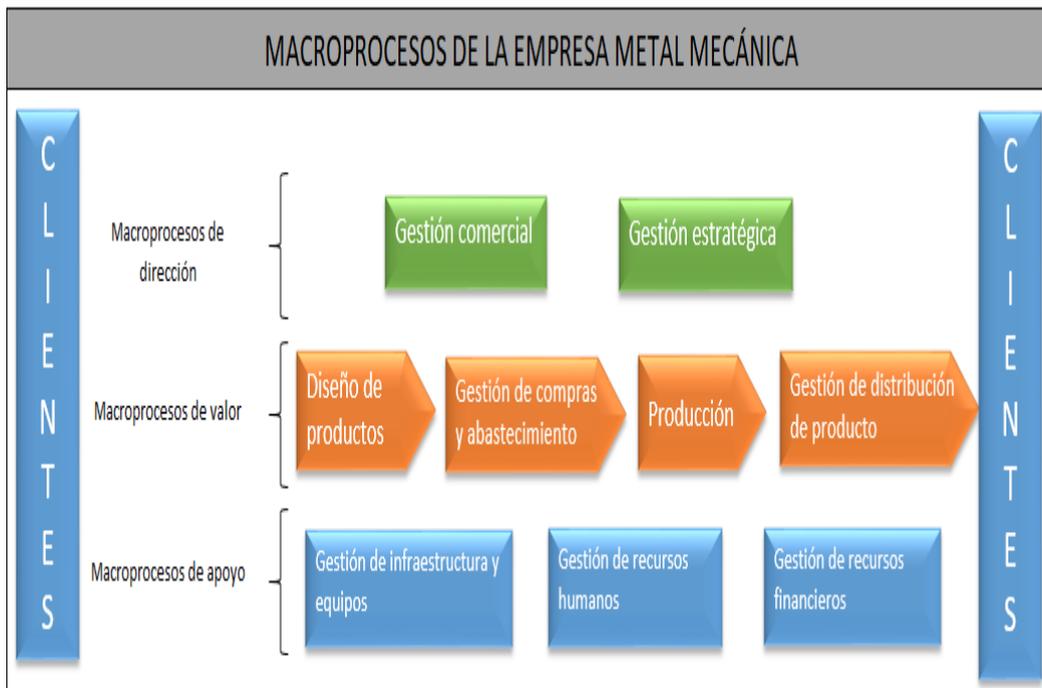


Figura 13. Macro procesos de la empresa

Dentro de los macro procesos de valor nos adentramos en la producción, tomando en cuenta que esta producción tiene una relación directa con un proceso previo que es el de diseño. Dentro de la producción tenemos los procesos de: Corte, punzonado, doblado, panelado, armado y solda, pulido, lijado y embalaje. Para comprender el flujo de estos procesos se realizó un diagrama en donde se puede constatar la precedencia de cada uno de ellos.

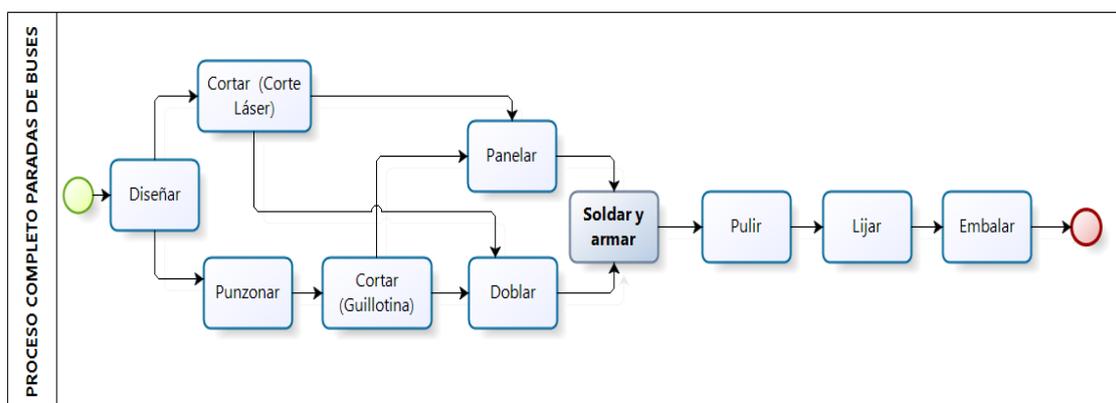


Figura 14. Flujograma general del proceso de fabricación de la parada.

### 3.1.1 Caracterización de procesos

#### 3.1.1.1 Diseño

El proceso de diseño se lo realiza junto al cliente, el cliente provee las especificaciones y los diseñadores van modelando el producto también de acuerdo a lo que se puede fabricar con las máquinas disponibles. Una vez realizado el diseño y que este sea aprobado por el cliente, se realiza un prototipo, luego de fabricar el prototipo se procede a calcular la materia prima necesaria para fabricar una parada completa. Una vez que se calcula la cantidad de material a utilizar se pasa a realizar la orden de producción. Luego de realizar la orden de producción los diseñadores pasan los planos de diseño al área de producción y se programa la maquinaria que se utilizará al inicio del proceso. Es aquí donde inicia el corte láser y el punzonado de las partes.

Tabla 3.  
*Caracterización del proceso de diseño*

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-D-01
					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE DISEÑO			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: DISEÑO DE PARTES Y PIEZAS DE PARADA DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Cliente externo	Planos	1	Recibir las especificaciones de parte del cliente.	Diseño 2D	Corte láser
	Especificaciones técnicas	2	Realizar un diseño de acuerdo a las especificaciones.	Diseño 3D	Punzonado
	Normativas	3	Fabricar un prototipo.	Cálculo estructural	
	Dimensiones	4	Calcular materia prima para fabricar parada completa.	Prototipado	
	Orden de diseño	5	Realizar orden de producción.	Materia prima necesaria	
				Orden de producción	
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Diseñadores, AutoCad, SolidWorks		Controles: Orden del jefe de diseño, controles de software, requisitos del cliente.	Planos de corte y planos de dobléz.		

### 3.1.1.2 Corte Láser

En este proceso un operador recibe los planos de diseño en AutoCAD, estos planos los utiliza para programar la máquina en Metal Studio, software de la máquina que lee el diseño previamente realizado. Una vez programada la máquina inicia el proceso de corte. Un cabezal proyecta una luz láser sobre la plancha de tool, va cortando el perímetro de la pieza requerida perpendicularmente, de esta manera el producto final es una pieza desplegada sin dobleces, solo con su contorno cortado. Las partes se las van fabricando según su espesor, es decir los lotes de producción se los realiza no por unidad de producto sino según el espesor de las piezas. Es decir en un lote salen todas las piezas de la parada que sean de 0.9 mm, en otro lote las piezas que sean de 1.5 mm y así hasta fabricar todas las piezas que conformen la parada de bus. En este proceso se utilizan 2 operarios, uno que programe la máquina y coloque la plancha de tool a ser procesada y otro que al final del proceso separe las piezas cortadas.

Tabla 4.  
*Caracterización del proceso de corte láser*

Logo de empresa	Caracterización de proceso			Código: PB-CL-01	
				Versión: 01	
				Emisión:	
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE CORTE LÁSER		DUENO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE			
OBJETIVO: CORTAR PIEZAS DE PARADAS DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO		SALIDA	CLIENTE
Diseño	Orden de producción	1	Recibir planos en Autocad	Piezas cortadas según el plano	Doblado
	Planos en autocad	2	Programar la máquina de acuerdo a los planos		Panelado
	Planchas de acero inoxidable	3	Colocar la plancha de tool		
		4	Iniciar con el proceso de corte		
		5	Sacar la plancha de tool cortada		
		6	Separar piezas y clasificarlas		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Software Metal Studio, 2 operadores, nitrógeno, máquina de corte láser.		Especificaciones Jefe de planta, dimensiones , espesores en el plano, sensores de control de proceso.			

### 3.1.1.3 Punzonado

El proceso de punzonado es similar al proceso de corte láser, aquí se cortan las piezas a través de un punzón y una matriz, se utilizan 2 operarios, uno que programe y coloque la plancha de tool a ser cortada y otro que separe las piezas al final del proceso. Lo que diferencia a estos procesos son las piezas a fabricarse, el jefe de producción elige qué piezas irán al punzonado y qué piezas irán al corte láser, ya que ciertas partes es más óptimo fabricarlas en el punzonado o en el corte láser según su forma y espesor.

Tabla 5.  
Caracterización del proceso de punzonado

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-P-01
					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE PUNZONADO			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: PUNZONAR PIEZAS DE PARADAS DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO		SALIDA	CLIENTE
Diseño	Orden de producción	1	Recibir planos en Autocad	Pieza punzonada según el plano	Doblado
	Planos en autocad	2	Programar la máquina de acuerdo a los planos		Panelado
	Plancha de acero inoxidable	3	Colocar la plancha de tool		
		4	Iniciar con el proceso de punzonado		
		5	Sacar la plancha de tool cortada		
		6	Separar piezas y clasificarlas		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Software Metal Studio, 2 operadores, punzones de corte, máquina de punzonado.		Especificaciones Jefe de planta, dimensiones y espesores en el plano.			

### 3.1.1.4 Doblado

El proceso de doblado se lo realiza con 2 operarios, a estos operarios previamente se les pasa los planos de doblez y cuando les llega las piezas con un flexómetro miden las distancias a doblar y las colocan en la máquina. Una vez programada la máquina mediante un punzón y una matriz van doblando las piezas según indica el plano.

Tabla 6.  
Caracterización del proceso de doblado

PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Corte Láser	Pieza cortada	1	Recibir planos de doblado.	Pieza doblada según el plano	Armado y suelda
Punzonado	Planos de doblado	2	Verificar medidas a través de un flexómetro y un calibrador.		
		3	Programar máquina según las medidas de doblado especificadas en el plano.		
		4	Doblar piezas.		
		5	Verificar ángulos de doblado		
<b>RECURSOS</b>		<b>CONTROLES</b>	<b>DOCUMENTOS GENERADOS</b>	<b>REQUISITOS</b>	
Máquina dobladora, punzones y matriz, 2 operarios, flexómetro y calibrador.		Especificaciones Jefe de planta, dimensiones y espesores en el plano.			

### 3.1.1.5 Panelado

En este proceso se utiliza un operador, de igual manera se programa la máquina y mediante un punzón y una matriz se doblan las piezas. La diferencia entre el doblado y el panelado es que este proceso es automatizado y solo ciertas piezas que son más complejas de doblar por espesor y forma se procesan aquí.

Tabla 7.  
Caracterización del proceso de panelado

					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE PANELADO			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: PANELAR PIEZAS DE PARADAS DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO		SALIDA	CLIENTE
Corte Láser	Pieza cortada	1	Recibir planos de doblez.	Pieza doblada según el plano	Armado y suelda
Punzonado	Planos de doblez	2	Verificar medidas a través de un flexómetro y un calibrador.		
		3	Programar máquina según las medidas de doblez especificadas en el plano.		
		4	Colocar la pieza cortada o punzonada en la máquina paneladora.		
		5	Iniciar el proceso de panelado.		
		6	Retirar las piezas paneladas de la máquina.		
		7	Verificar ángulos de doblez		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
1 operador, máquina paneladora		Especificaciones Jefe de planta, dimensiones y espesores en el plano.			

### 3.1.1.6 Suelda y armado

La suelda y armado es el proceso más largo de toda la cadena, dentro de este proceso tenemos 7 subprocesos los cuales se dividen en varias actividades por subproceso, las cuales serán detalladas más adelante. A la línea de suelda y armado llegan las partes de la parada cortadas y dobladas, es decir los operarios aquí se encarga solo de soldar las piezas y ensamblarlas, una vez soldadas las piezas los operadores las cargan en pallets y las transportan al siguiente puesto de trabajo para que se continúe haciendo los ensambles. Se utilizan 2 operadores por cada subproceso, un soldador y su ayudante, que sirve para sostener las piezas y mantenerlas unidas para que el soldador se encargue de colocar los puntos de suelda en las uniones.

Aquí se utilizan 6 sueldas TIG y una suelda MIG, todas las piezas son soldadas con TIG a excepción del costillar, que se suelda con MIG, ya que se necesita aportar gran cantidad de suelda en este proceso para estructurar de la mejor manera al costillar.

Este proceso es el más largo y complejo de todos ya que cada estructura de la parada consta de una considerable cantidad de piezas, las cuales se deben unir siguiendo planos de armado otorgados por diseño y cumplir con los requerimientos de calidad especificados por el cliente externo. Su ensamble también en ocasiones se torna difícil, principalmente por errores de doblado en las piezas y porque las dimensiones de la mayoría de las partes son grandes, es por esto que a cada soldador se le asigna un ayudante, para que, mientras que uno sostiene las partes a soldarse el otro las vaya uniendo con cordones o puntos de suelda respectivamente.

Tabla 8.  
*Caracterización del proceso de armado de techos*

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-AST-01
					Versión: 01
					Emisión:
<b>NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE ARMADO Y SUELDA DE TECHOS</b>		<b>DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE</b>			
<b>OBJETIVO: ARMAR DE TECHOS PARADAS DE BUS</b>					
PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Doblado	6 piezas que conforman el marco externo del techo	1	Soldar marco externo	Techo ensamblado	Pulido
Panelado	6 piezas que conforman el marco interno del techo	2	Soldar marco interno		
	6 tapas para union de marco interno y externo	3	Unir marco interno y externo		
	6 piezas de costillas	4	Soldar 3 costillas por techo		
	7 piezas de la viga principal	5	Soldar viga principal		
		6	Unir viga principal con costillas (Costillar)		
		7	Unir marco completo con el costillar		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores por actividad, suelda MIG, suelda TIG, alambre de acero inoxidable, electrodo de Tungsteno, Argón, CO2, herramental necesario.		Especificaciones Jefe de planta, calibración de máquina soldadora, control de calidad, Poka Yokes.			

Tabla 9.  
Caracterización del proceso de armado y suelda del cuerpo de la parada

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-ASP-01
					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE ARMADO Y SUELDA DE CUERPO DE LA PARADA			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: ARMAR CUERPO DE PARADAS DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO		SALIDA	CLIENTE
Doblado	5 piezas de columna derecha	1	Soldar columna derecha	Cuerpo de la parada ensamblado	Pulido
Panelado	5 piezas de columna izquierda	2	Soldar columna izquierda		
	7 piezas del apoyo del vidrio	3	Soldar apoyo del vidrio		
		4	Unir columnas derecha e izquierda con apoyo del vidrio		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores por actividad, suelda MIG, suelda TIG, alambre de acero inoxidable, electrodo de Tungsteno, Argón, CO2, herramental necesario.		Especificaciones Jefe de planta, calibración de máquina soldadora, control de calidad, Poka Yokes.			

Tabla 10.  
Caracterización del proceso de armado y suelda de bancas

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-ASB-01
					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE ARMADO Y SUELDA DE BANCAS			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: ARMAR BANCAS DE PARADA DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO		SALIDA	CLIENTE
Doblado	5 piezas de la pata derecha	1	Soldar pata derecha	Banca de la parada	Pulido
Panelado	5 piezas de la pata izquierda	2	Soldar pata izquierda		
	3 piezas de la banca	3	Colocar tapas en bancas		
		4	Unir patas derecha e izquierda con el asiento		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores por actividad, suelda MIG, suelda TIG, alambre de acero inoxidable, electrodo de Tungsteno, Argón, CO2, herramental necesario.		Especificaciones Jefe de planta, calibración de máquina soldadora, control de calidad, Poka Yokes.			

Tabla 11.  
*Caracterización del proceso de suelda y armado de Apoyo isquiático*

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-ASI-01
					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE ARMADO Y SUELDA DE APOYO ISQUIÁTICO			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: ARMAR APOYO ISQUIÁTICO DE PARADA DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Doblado	6 piezas de la pata derecha	1	Soldar pata derecha	Apoyo isquiático de la parada	Pulido
Panelado	6 piezas de la pata izquierda	2	Soldar pata izquierda		
	3 piezas de la banca	3	Colocar tapas en bancas		
		4	Unir patas derecha e izquierda con el asiento		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores por actividad, suelda MIG, suelda TIG, alambre de acero inoxidable, electrodo de Tungsteno, Argón, CO2, herramental necesario.		Especificaciones Jefe de planta, calibración de máquina soldadora, control de calidad, Poka Yokes.			

### 3.1.1.7 Pulido

En el pulido se le da el acabado final a las partes, mediante una grata grano 60 se pulen las esquinas de los techos, las tapas laterales de las vigas y los aumentos de los parantes. La mayor cantidad de pulido se da en las bancas y apoyos isquiáticos, mediante una lija grano 80 se lijan los asientos y con un disco de desbaste grano 40 se pulen los cordones de suelda MIG en las patas de las bancas. Luego de realizar este proceso, únicamente los techos continúan hacia el sellado, el resto de partes (cuerpo de la parada, bancas y apoyos isquiáticos), son embalados.

Tabla 12.  
Caracterización del proceso de pulido

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-PU-01
					Versión: 01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE PULIDO DE PARADA DE BUS			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: PULIR PARTES Y PIEZAS DE PARADA DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Armado y suelda	Techo	1	Pulir las esquinas del marco del techo	Partes pulidas	Sellado
	Cuerpo principal	2	Pulir las tapas superiores de los parantes	Partes corregidas	
	Banca	3	Pulir superficie del asiento y patas		
	Apoyo isquiático	4	Pulir superficie del asiento		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores, pulidora, fibra de limpieza, Grata NK 60, Disco de pulir Z40.		Especificaciones Jefe de planta, especificaciones estéticas, control de calidad.			

### 3.1.1.8 Sellado

Mediante 2 operadores se sella las uniones de los paneles de poliuretano colocados en el techo una vez que la estructura de acero inoxidable esté realizada, este proceso se demora aproximadamente una hora y luego se deja secar el silicón colocado en el techo durante 8 horas. Mientras se seca el techo se colocan las lámparas en el mismo y luego pasa al proceso de embalaje.

Tabla 13.  
Caracterización del proceso de sellado

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-SE-01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE SELLADO DE PARADA DE BUS			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: SELLAR TECHO DE PARADA DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO		SALIDA	CLIENTE
Pulido	Techo pulido	1	Limpiar polvo y suciedad del techo.	Techo sellado	Embalaje
		2	Colocar activador de sellante en las partes a sellar		
		3	Sellar el techo de la parada		
		4	Dejar secar 5 horas		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores, sellante, pistola de sellado, tññer, activador, espátula.		Especificaciones Jefe de planta, control de calidad.			

### 3.1.1.9 Embalaje

En este proceso se utilizan 2 personas por parte a embalar, ya que se están embalando partes que son de gran tamaño y se dificultaría embalar con una sola persona. Mientras un operario sostiene cartones que son colocados en las partes delicadas del producto como esquinas y partes que se puedan rayar, otro operario coloca la cinta de embalaje. Una vez realizado este proceso el producto pasa a la zona de despacho para que se proceda al proceso de instalación de las partes en la calle.

Tabla 14.  
Caracterización del proceso de embalaje

Logo de empresa	Caracterización de proceso				Código: PB-EM-01
					Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PROCESO DE EMBALAJE DE PARADA DE BUS			DUEÑO DEL PROCESO: DAVID AGUIRRE		
OBJETIVO: EMBALAR PARTES DE PARADA DE BUS					
PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Embalaje	Techo sellado y pulido	1	Colocar cartón en partes expuestas a golpes.	Partes embaladas	Instalación
	Cuerpo de la parada limpio y pulido	2	Colocar cinta de embalaje en el techo.		
	Bancas y apoyo isquiático pulidos	3	Colocar cinta de embalaje en el cuerpo de la parada.		
		4	Colocar cinta de embalaje en bancas.		
			Colocar cinta de embalaje en apoyo isquiático.		
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
2 operadores, cinta de embalaje de 25 cm, cartones, estiletes.		Especificaciones Jefe de planta, control de calidad, almacenamiento adecuado, manipulación adecuada.			

### Descripción del producto a analizar (Paradas de buses)

Las paradas de buses están fabricadas con acero inoxidable, con espesores de 0.9 mm y 1.5 mm en la parte del techo. El cuerpo, bancas y viga principal con espesores de 2 mm, 1.5 mm y 2 mm respectivamente para brindar estructuración y firmeza, para la unión de las partes se utiliza suelda TIG y MIG. El techo de las paradas posee 3 planchas de poliuretano selladas, lo cual asegura protección al usuario del sol y de la lluvia. La parada también consta de 4 vidrios laminados con un espesor de 4mm más 4 mm para aislar a las personas del viento. Para su instalación en la calle tanto la banca, apoyo isquiático y cuerpo de la parada van empotrados al suelo.

#### 3.1.2 Plano general

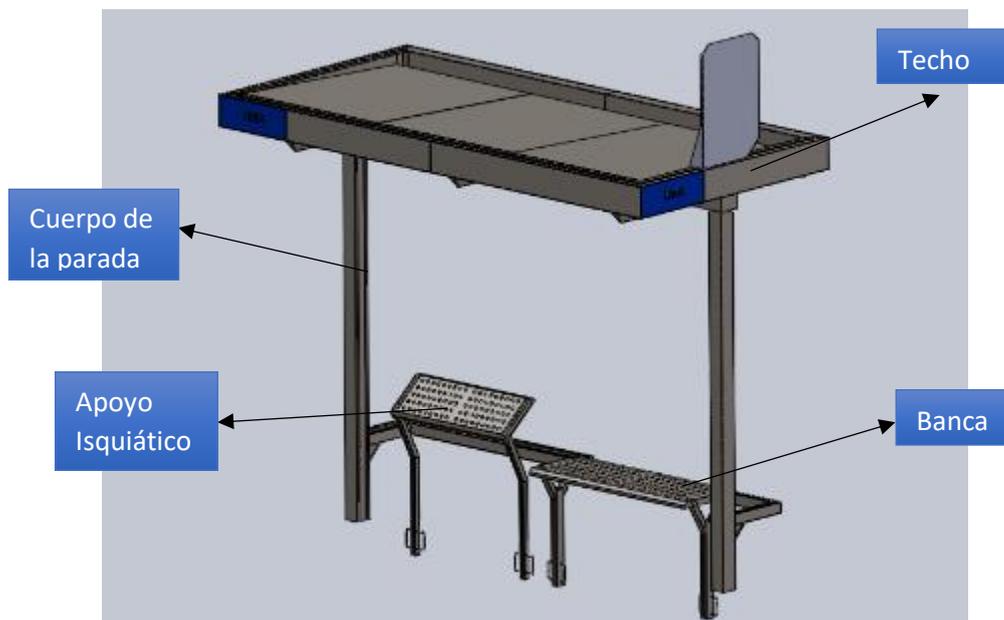


Figura 15. Vista superior parada completa



*Figura 16. Vista inferior parada completa*

### **3.2 Detalle del proceso de fabricación de paradas de buses**

La empresa trabaja bajo un sistema de producción PULL donde se fabrican los productos bajo pedidos y especificaciones del cliente. Los ejecutivos de ventas se acercan al cliente y estos ofrecen los productos ya existentes o en el caso de requerir un nuevo producto se hace un diseño en conjunto con el cliente y se presenta un prototipo, una vez que el cliente apruebe el diseño se procede a fabricar el producto.

El proceso inicia en el corte láser o el punzonado dependiendo de la pieza a fabricar, se coloca una plancha de acero inoxidable de 1220 mm por 2440 mm, se ingresa la información de las piezas diseñadas en el programa de la máquina y empieza el corte o punzonado de las partes.

Una vez realizado el corte las piezas pasan al proceso de doblado, estas piezas ingresan a una dobladora previamente programada y se realizan los dobleces con sus respectivas angulaciones.

Posteriormente el proceso continúa hacia el área de suelda y ensamblaje, aquí funcionan 7 estaciones de suelda, de las cuales 6 son estaciones que funcionan

con suelda TIG y una equipada con suelda MIG. Cada una de las estaciones está compuesta por 2 personas, un soldador y su ayudante, el cual le ayuda a sostener las piezas para facilitar el proceso de suelda, toda la línea de armado y suelda consta con 12 trabajadores.

El ensamblaje de la parada completa tiene 4 subprocesos: Ensamble de techos, ensamblaje del cuerpo de la parada, ensamblaje de bancas y ensamblaje de apoyos isquiáticos.

### Descripción de los 4 sub procesos en la línea de armado y suelda:

El inicio de este proceso se da con el armado de bancas y apoyos isquiáticos, ya que el cliente primero requiere que se entreguen estas partes para empotrarlas en su lugar a ocupar en la calle.

En el ensamblaje de bancas y apoyos isquiáticos, 2 puestos de trabajo se encargan de soldar las patas, en un puesto de trabajo se sueldan patas de bancas y en otro patas de isquiáticos, mientras tanto otra estación de suelda arma los asientos. Estas partes una vez listas pasan al proceso de unir las patas con el asiento y formar así la banca o el apoyo isquiático.

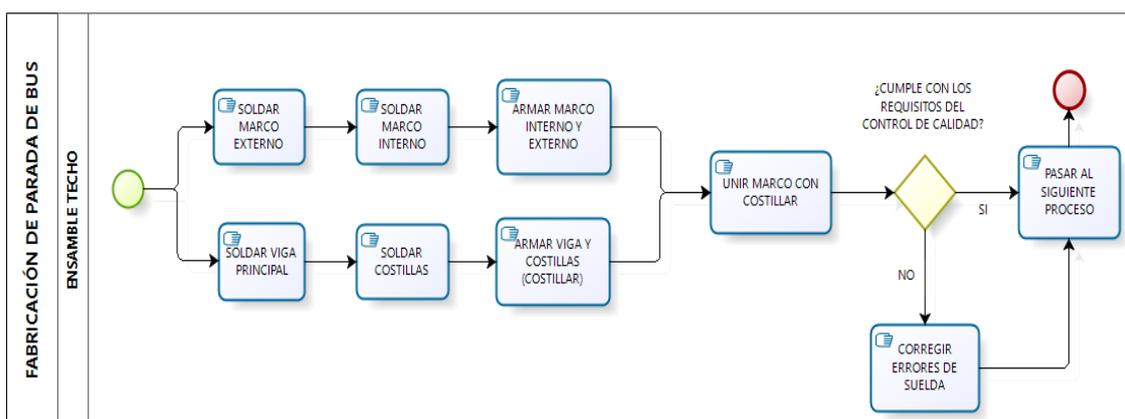


Figura 17. Flujograma del sub proceso de armado de bancas.

### 3.2.1 Banca

El ensamble de las bancas consta de 3 partes principales:

- Pata derecha.
- Pata izquierda.
- Asiento.

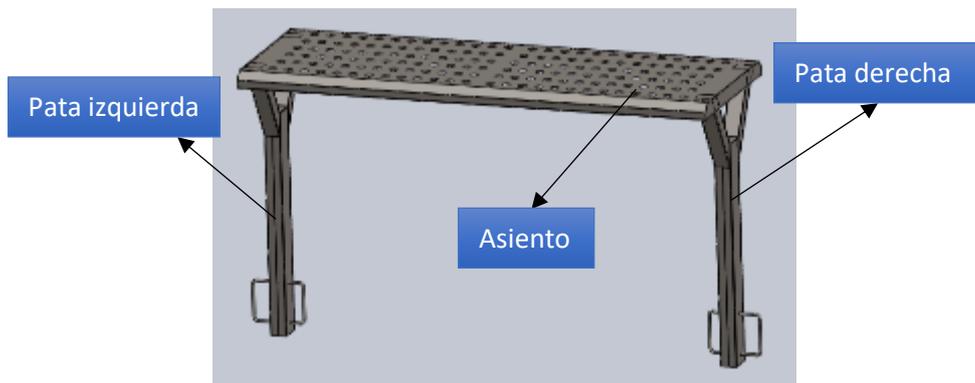


Figura 18. Banca completa

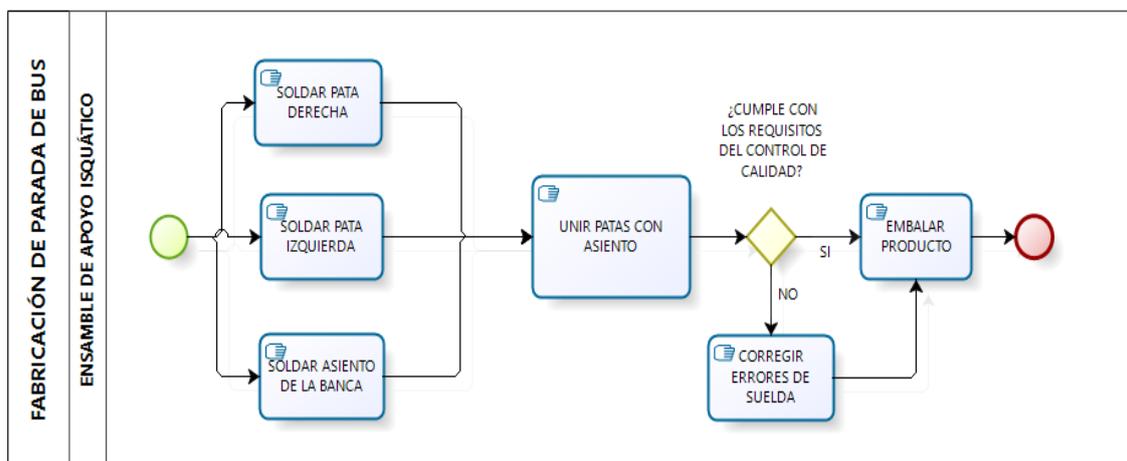


Figura 19. Flujograma del sub proceso de armado de apoyos isquiáticos

### 3.2.2 Apoyo isquiático

El ensamble del apoyo isquiático consta de 3 partes principales:

- Pata derecha.
- Pata izquierda.
- Asiento.

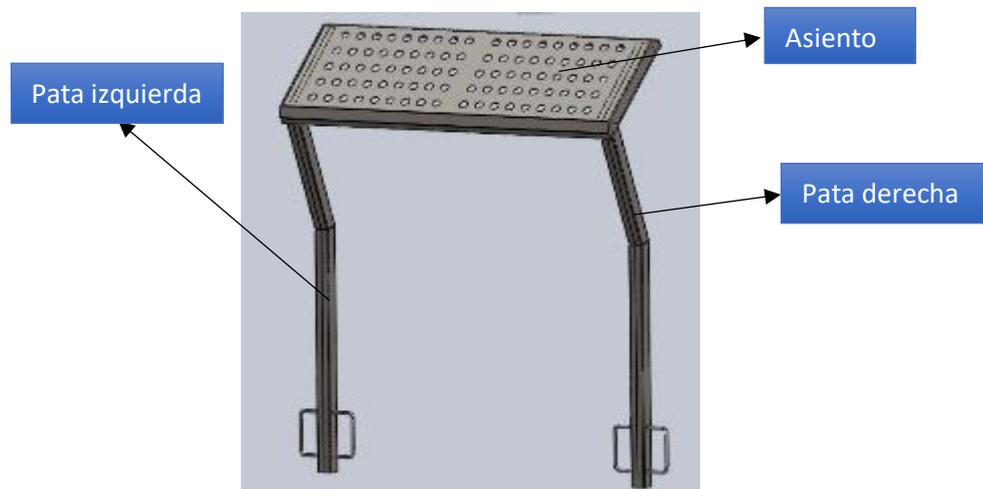


Figura 20. Apoyo isquiático completo

En el ensamble de techos un soldador y su ayudante, sueldan marcos internos y externos en lotes de 10 unidades, al acumular esta cantidad el mismo equipo de suelda pasa a unir los marcos internos y externos acumulados. Una vez completo este proceso el marco del techo pasa a la estación donde se une con el costillar.

Simultaneo a este proceso un equipo de trabajo suelda las vigas principales en lotes de 10 unidades, y otro equipo suelda las costillas (este proceso es ágil y se acumulan varias costillas, es decir no hay un lote definido). Una vez terminado el lote de 10 vigas se pasa a unir las vigas con las costillas, para formar el costillar, cabe recalcar que estas partes son soldadas en 3 mesas diferentes. A continuación estos dos sub ensambles pasan a la mesa de trabajo donde se

suelda el marco con el costillar para formar lo que se conoce como el techo de la parada.

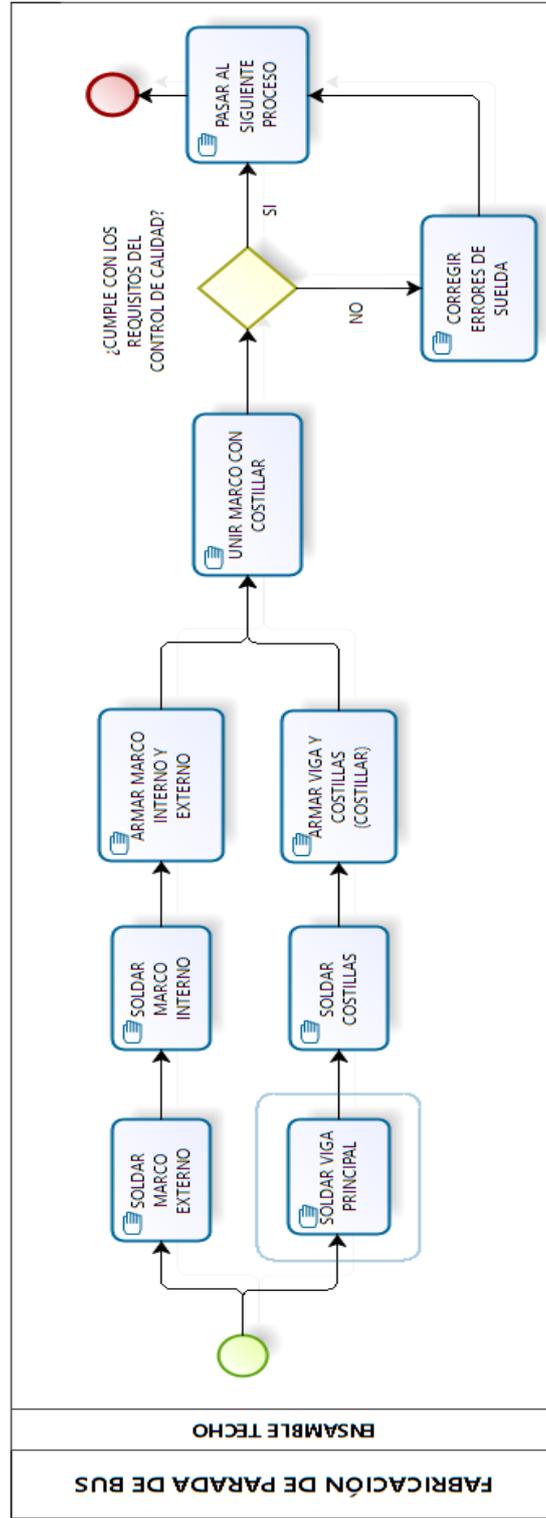


Figura 21. Flujoograma del sub proceso de armado de techos.

### 3.2.3 Techo de la parada

El ensamble de techos consta de 4 partes principales:

- Marco externo.
- Marco interno.
- Viga principal.
- Costillas (3 costillas por techo).

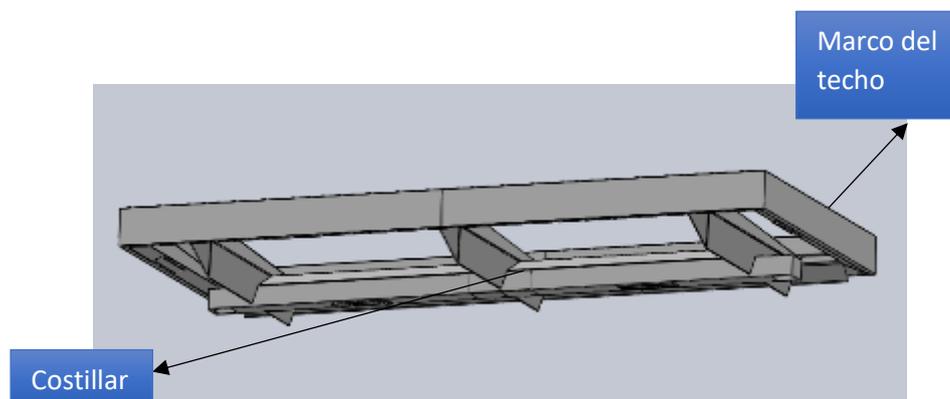


Figura 22. Techo completo

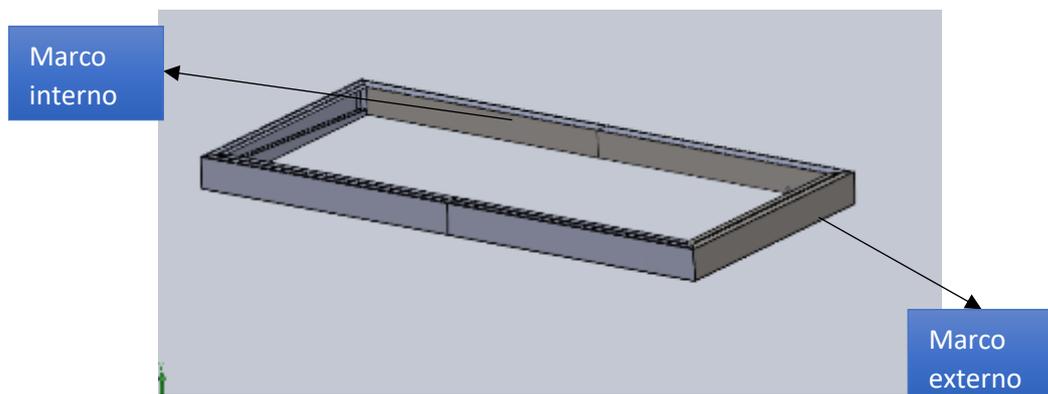
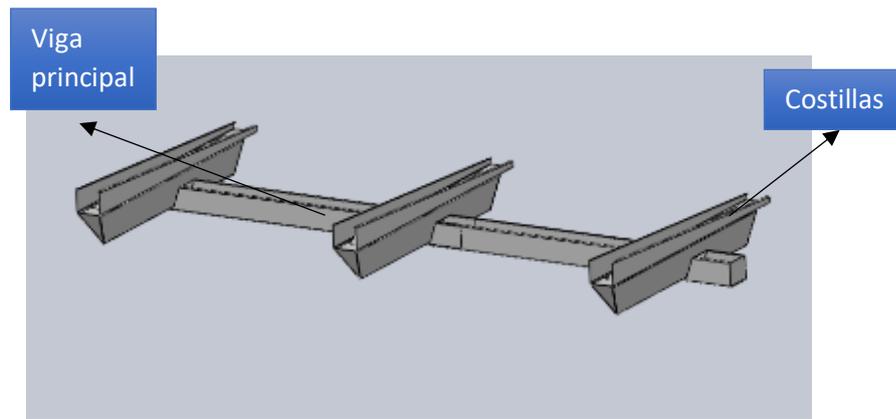


Figura 23. Marco del techo



*Figura 24. Costillar*

El armado del cuerpo de la parada consta de soldar 3 partes, la columna derecha, la columna izquierda y el apoyo del vidrio. En un puesto de trabajo un soldador y su ayudante empiezan a soldar los apoyos de los vidrios, aquí acumulan partes en lotes de 10 unidades, una vez acumuladas estas partes pasan a soldar columnas izquierdas y derechas de igual manera en lotes de 10 unidades. Cuando las partes están listas, en el mismo puesto de trabajo se realiza el armado de las 3 partes para formar el cuerpo de la parada.

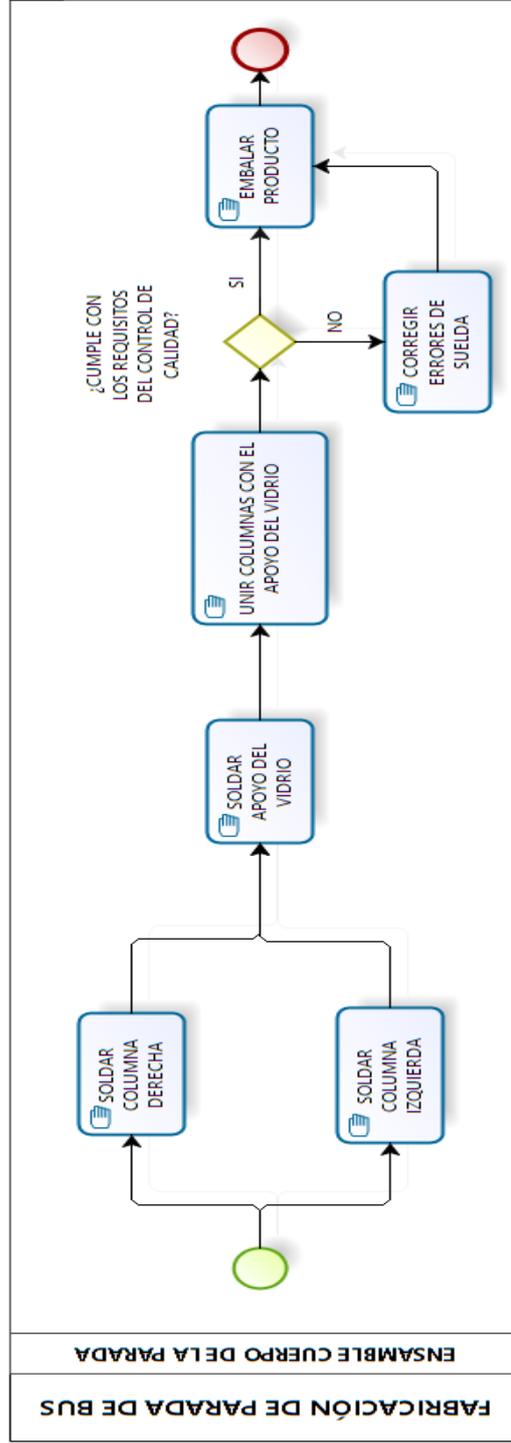
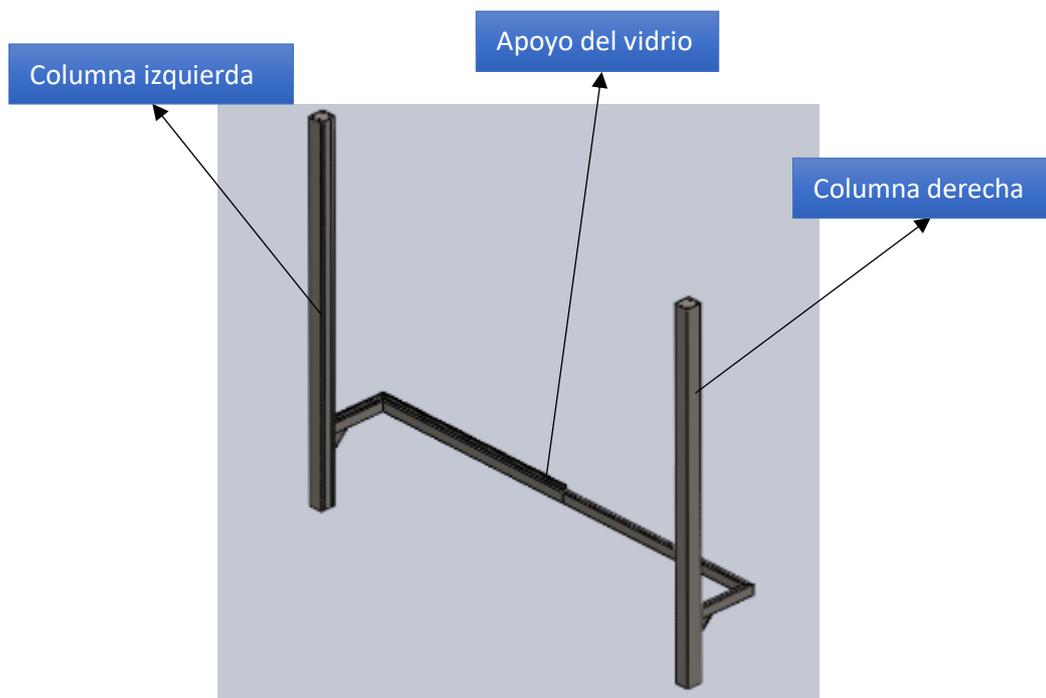


Figura 25. Flujo de trabajo del sub proceso de armado del cuerpo de la parada.

### 3.2.4 Cuerpo de la parada

El ensamble del cuerpo de la parada consta de 3 partes principales:

- Columna derecha.
- Columna izquierda.
- Apoyo del vidrio.



*Figura 26.* Cuerpo de la parada

Una vez realizado el proceso de ensamble las piezas pasan por el área de pulido, limpieza y embalaje, donde se les da a las distintas partes el acabado final y se despacha a la calle para realizar el ensamble final de las 4 partes en la calle.

### 3.3 Layout de la planta

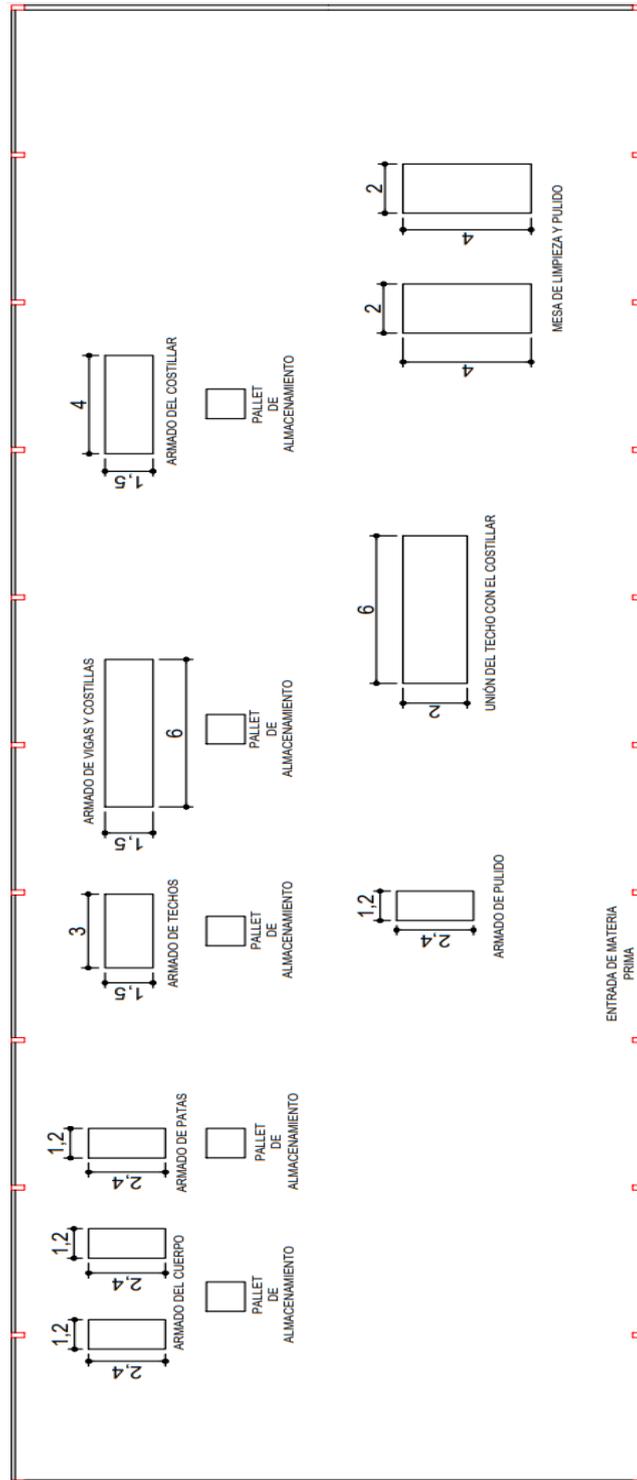


Figura 27. Layout de la línea de armado y suelda

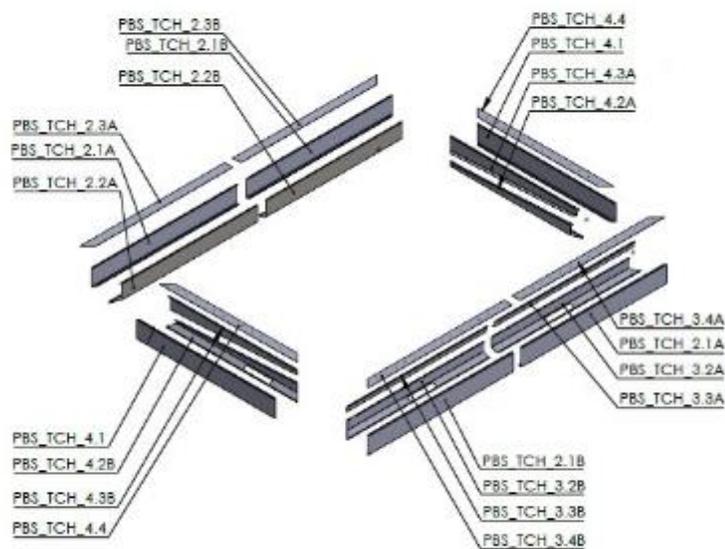
## **4. ESTUDIO DEL TRABAJO**

### **4.1 Estudio de tiempos**

Para realizar el estudio de tiempos primero se analizó cuáles son las actividades que se realizan en cada operación del proceso de ensamble de paradas de bus, las actividades fueron descritas secuencialmente según se van armando pieza por pieza las diferentes partes o estructuras del producto antes mencionado. Cabe recalcar que dentro de la descripción se incluyó la codificación de cada pieza del producto para poder entender de mejor manera todo el proceso de ensamble. Una vez descritas dichas actividades se procedió a tomar los tiempos de cada una de ellas con la finalidad de calcular el tiempo estándar de cada operación.

A continuación se mostrarán los planos de ensamble con la codificación de cada pieza junto con los tiempos de las actividades de cada operación.

**PARADA DE BUS SIMPLE**  
Ensamble estructura techo  
CÓD. PBS\_TCH estructura



CÓDIGO DE PIEZA	NOMBRE	CANT
PBS_TCH_2.1A	Estructura POST exterior IZQ	2
PBS_TCH_2.2A	Estructura POST interna IZQ	2
PBS_TCH_2.2	Estructura POST interna DER	1
PBS_TCH_2.1B	Estructura POST exterior DER	1
PBS_TCH_2.3A	Estructura POST/FTE superior IZQ	1
PBS_TCH_2.3B	Estructura POST/FTE superior DER	1
PBS_TCH_3.2A	Estructura FTE interna IZQ	1
PBS_TCH_3.2B	Estructura FTE interna DER	1
PBS_TCH_3.3A	Estructura FTE "2" IZQ	1
PBS_TCH_3.3B	Estructura FTE "2" DER	1
PBS_TCH_3.4A	Estructura FTE superior IZQ	1
PBS_TCH_3.4B	Estructura FTE superior DER	1
PBS_TCH_4.1	Estructura lateral externa	2
PBS_TCH_4.2A	Estructura lateral interna DER	1
PBS_TCH_4.2B	Estructura lateral interna IZQ	1
PBS_TCH_4.3A	Estructura lateral "2" DER	1
PBS_TCH_4.3B	Estructura lateral "2" IZQ	1
PBS_TCH_4.4	Estructura lateral SUPERIOR	2
PBS_TCH_4.5	Tapa orificio lateral	2

Figura 28. Codificación de partes del marco del techo

En el ensamble del marco del techo tenemos 3 operaciones: Soldar marco externo, soldar marco interno y unir marco externo con marco interno. El marco posee un total de 18 piezas, en esta operación se utilizan 2 operadores, uno que sostiene las piezas a unirse y otro que va soldando con puntos y cordones de suelda en las uniones. En esta operación se utiliza suelda TIG con un electrodo de tungsteno y gas Argón que sirve para proteger a la pieza de quemaduras. Los tiempos normales calculados, incluyendo las valoraciones de ritmo de trabajo según la escala de Bedaux (ver figura 15), en cada una de las operaciones son: Soldar marco externo (813,30 segundos), soldar marco interno (873,97 segundos) y unir marco externo e interno (1472,52 segundos).







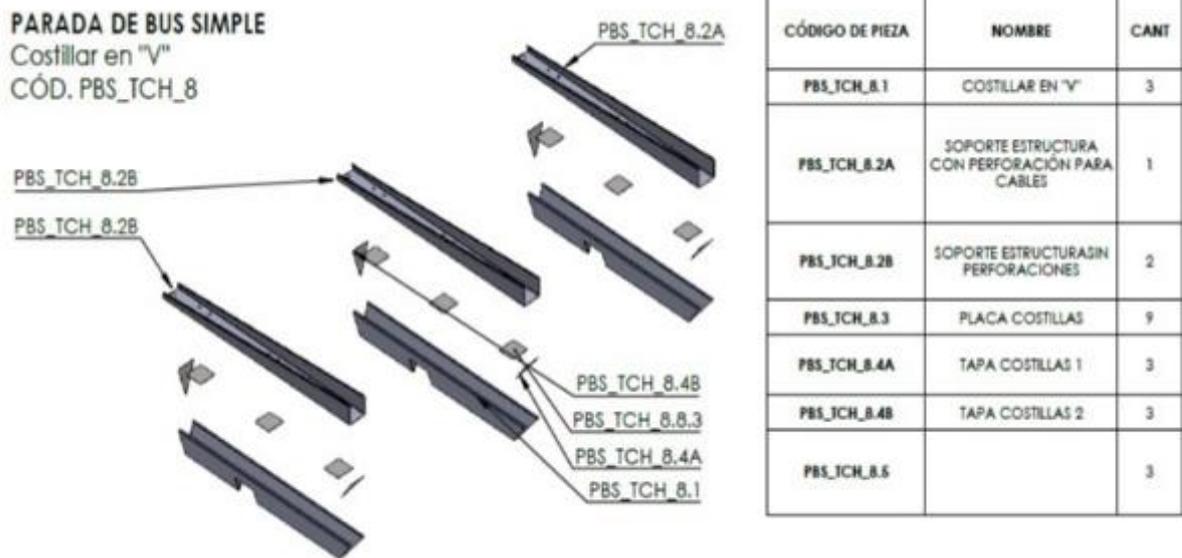
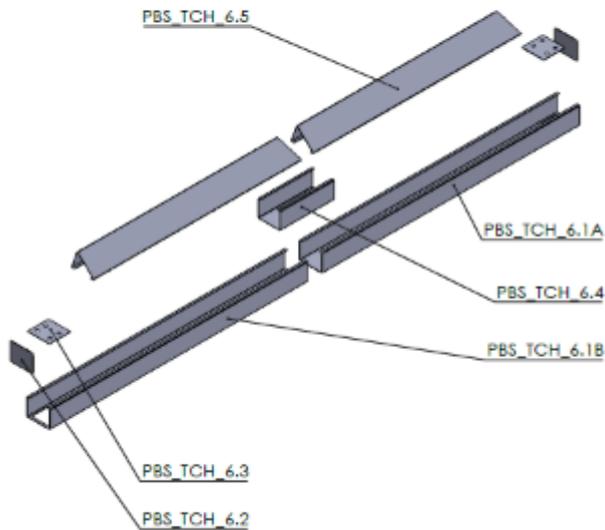


Figura 29. Codificación de partes de las costillas

En la operación de armado de costillas se tienen que armar 3 costillas por parada, con un total de 18 piezas, en este proceso se utilizan 2 operadores, uno que sostiene las piezas a soldarse y el otro que va soldando con puntos y cordones de suelda respectivamente, aquí se utiliza suelda TIG con un electrodo de tungsteno y gas argón. Los tiempos normales por costilla incluyendo la valoración la valoración de ritmo de trabajo según la escala de Bedaux son: Soldar costillas (610,26 segundos).



**PARADA DE BUS SIMPLE**  
Ensamble VIGA  
CÓD. PBS\_TCH\_6



CÓDIGO DE PIEZA	NOMBRE	CANT
PBS_TCH_6.1B	Viga SIMPLE IZQ	1
PBS_TCH_6.1A	Viga SIMPLE DER	1
PBS_TCH_6.2	Tapa viga lateral	2
PBS_TCH_6.3	Tapa viga superior	2
PBS_TCH_6.4	Alma refuerzo viga	1
PBS_TCH_6.5	Tapa viga	2

*Figura 30.* Codificación de partes de la viga principal

En el armado de la viga principal del techo tenemos un total de 7 piezas, en la parada de bus se utiliza una viga por parada, aquí intervienen 2 operadores, uno que sostiene las piezas a soldar y otro que va soldando con puntos y cordones según la pieza a soldarse, se utiliza suelda TIG con un electrodo de tungsteno y gas argón. El tiempo normal durante la operación incluyendo la valoración de ritmo de trabajo según escala de Bedaux es de: Soldar viga principal (510,38 segundos).

Tabla 19.  
Toma de tiempos viga principal

Operación: Soldar viga principal Actividad	Tempos de ciclo en segundos										Desviación estandar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento (Te)	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Calibración de la máquina a 120 amperios	25	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	26,4	23,5	24,94	22,86
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo	37	35,1	34,7	31,9	36,1	35,7	32,2	33	34,9	33,6	34,4	36,1	32,7	34,73	34,73
Affilar electrodo de tungsteno	51	52,6	51,6	51	53,5	50,7	50,1	48,2	49	52,8	51,01	52,7	49,3	51,44	51,44
Sacar plástico protector de las piezas a soldar	40	42,6	41,5	43,6	40,2	40,9	40,8	44,6	41,7	42,6	41,86	43,3	40,4	41,68	38,21
Colocar alma refuerzo de la viga dentro de Viga SIMPLE IZO y Viga SIMPLE DER (operador:1)	26	25,7	27,1	25,8	24,9	23,8	25	22,9	23	27,4	25,19	26,8	23,6	25,25	25,25
Soldar alma refuerzo de la viga con Viga SIMPLE DER y Viga SIMPLE IZO (2 cordones de suelda a cada lado superior) (operario 2)	47	45	46,1	48,9	46,2	43,5	44,7	47,8	48,5	46,8	46,43	48,1	44,7	46,20	42,35
Sostener tapa viga lateral derecha contra la viga principal (operario 1)	26	24,9	26,4	25,7	25,1	23,2	24,6	21,5	22,7	25,8	24,57	26,2	23,0	25,01	25,01
Soldar tapa viga lateral derecha con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)	31	29,6	29	31,4	33,6	32,8	30,7	30	32,6	33	31,32	32,9	29,7	31,50	34,13
Sostener tapa viga lateral izquierda contra la viga principal (operario 1)	26	24,9	26,4	25,7	25,1	23,2	24,6	21,5	22,7	25,8	24,57	26,2	23,0	25,01	25,01
Soldar tapa viga lateral izquierda con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)	31	29,6	29	31,4	33,6	32,8	30,7	30	32,6	33	31,32	32,9	29,7	31,50	34,13
Sostener tapa viga superior izquierda contra la viga principal (operario 1)	26	24,9	26,4	25,7	25,1	23,2	24,6	21,5	22,7	25,8	24,57	26,2	23,0	25,01	25,01
Soldar tapa viga superior izquierda con viga principal (2 cordones de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)	46	44,8	47,2	47,1	48,9	42,9	45	46,3	44,9	44	45,73	47,5	44,0	45,69	41,88
Sostener tapa viga superior derecha contra la viga principal (operario 1)	26	24,9	26,4	25,7	25,1	23,2	24,6	21,5	22,7	25,8	24,57	26,2	23,0	25,01	25,01
Soldar tapa viga superior derecha con viga principal (2 cordones de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)	46	44,8	47,2	47,1	48,9	42,9	45	46,3	44,9	44	45,73	47,5	44,0	45,69	41,88
Colocar viga principal completa en pallet para el siguiente proceso de ensamble	44	40,3	45,1	42,8	43,7	44	46	41,9	42,7	46,2	43,68	45,5	41,8	43,47	43,47
														Tempo normal por operación (seg)	510,38

Una vez que la viga principal y las 3 costillas están armadas inicia la operación de unir viga con costillas (costillar), aquí se coloca la viga y las costillas en una matriz hecha con la medida según el diseño y se procede a soldar primero las costillas a la viga para luego soldar los soportes sobre cada una de las costillas, es decir se utilizan 1 soporte por costilla. Aquí intervienen dos operadores, uno que sostiene las piezas a soldar generando presión hacia abajo para que las piezas estén unidas completamente al momento de soldarse y otro que va soldando con puntos y rellenos de suelda según la pieza a unir. El tipo de suelda que se utiliza es suelda MIG, con alambre de acero inoxidable de 0,8 mm de diámetro y gas C02. Se utiliza esta suelda ya que se necesita material de aporte para brindarle robustez al costillar siendo esta parte de la parada vital para que el techo esté bien estructurado. El tiempo normal empleado en esta operación incluyendo la valoración de ritmo de trabajo según la escala de Bedaux es de: Unir viga principal con costillas (1187,62 segundos).

Tabla 20.  
Toma de tiempos costillar

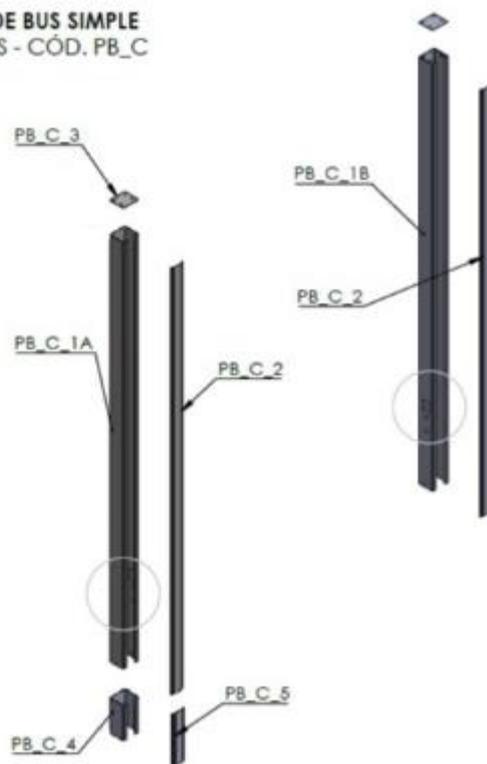
Operación: Unir costillas y viga principal Actividad	Tiempos de ciclo en segundos										Tiempo medio de ciclo	Desviación estándar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Cargar viga principal y colocarla en la matriz de ensamble	20.5	22.6	22.8	22.1	22.6	21.8	20.7	22	23.6	22.4	22.11	0.9	23.0	21.2	22.33	20.47
Cargar costillas y colocarlas en la matriz de ensamble sobre la viga principal.	68.6	68.2	68.1	68.5	69.4	69.1	67.2	69.9	68.7	69.3	68.7	0.8	69.5	67.9	68.74	68.74
Apretar con peso hacia abajo costilla 1 sobre la viga principal (operador 1)	12.3	12.9	10.5	11.7	11.9	12.7	12.4	12	11.2	13.8	12.14	0.9	13.1	11.2	12.14	12.14
Soldar costilla 1 a viga principal (Suelida MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)	71.2	72.6	72.4	72.9	72.1	73.5	71.4	73.6	72	72	72.37	0.8	73.2	71.6	72.33	66.31
Apretar con peso hacia abajo costilla 2 sobre la viga principal (operador 1)	12.3	12.9	10.5	11.7	11.9	12.7	12.4	12	11.2	13.8	12.14	0.9	13.1	11.2	12.14	12.14
Soldar costilla 2 a viga principal (Suelida MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)	71.2	72.6	72.4	72.9	72.1	73.5	71.4	73.6	72	72	72.37	0.8	73.2	71.6	72.33	66.31
Apretar con peso hacia abajo costilla 3 sobre la viga principal (operador 1)	12.3	12.9	10.5	11.7	11.9	12.7	12.4	12	11.2	13.8	12.14	0.9	13.1	11.2	12.14	12.14
Soldar costilla 3 a viga principal (Suelida MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)	71.2	72.6	72.4	72.9	72.1	73.5	71.4	73.6	72	72	72.37	0.8	73.2	71.6	72.33	78.36
Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 1 sobre la costilla 1 (operador 1)	22.9	23.8	23.4	23.2	23.8	24.7	23.5	23	21.6	22.6	23.25	0.8	24.1	22.4	23.28	23.28
Soldar soporte estructura 1 con costilla 1 (Suelida MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)	235	233	236	235	233	235	235	236	234.9	234	234.57	1.0	235.5	233.6	234.63	254.19
Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 2 sobre la costilla 2 (operador 1)	22.9	23.8	23.4	23.2	23.8	24.7	23.5	23	21.6	22.6	23.25	0.8	24.1	22.4	23.28	23.28
Soldar soporte estructura 2 con costilla 2 (Suelida MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)	235	233	236	235	233	235	235	236	234.9	234	234.57	1.0	235.5	233.6	234.63	215.08
Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 3 sobre la costilla 3 (operador 1)	22.9	23.8	23.4	23.2	23.8	24.7	23.5	23	21.6	22.6	23.25	0.8	24.1	22.4	23.28	23.28
Soldar soporte estructura 3 con costilla 3 (Suelida MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)	235	233	236	235	233	235	235	236	234.9	234	234.57	1.0	235.5	233.6	234.63	215.08
Verificar puntos de suelda	40.2	40.5	41.6	42.1	43.6	40.7	42.4	41.8	42.9	40.3	41.61	1.2	42.8	40.4	41.52	41.52
Cargar costillar completo y colocarlo en el siguiente puesto de ensamble	51.7	50.2	50.6	50.8	50.3	53.4	53.1	52	50.9	51.3	51.43	1.1	52.5	50.3	51.09	55.34
															Tiempo normal por operación (seg)	1187.62

En el ensamble del techo completo se procede a poner el marco completo y el costillar sobre una mesa giratoria, la cual sirve para dar una vuelta de 360 grados al techo y así soldar en las partes necesarias. El techo se lo asegura con amarras a la mesa giratoria e inicia el proceso de suelda. En esta operación intervienen 2 operadores, uno que coloca el costillar a una distancia de 20 centímetros del filo lateral del marco y otro que va soldando los soportes en la parte frontal y trasera del techo. De igual manera los 2 operadores intervienen para girar la mesa ya que la estructura que se está manipulando es muy pesada. En esta operación se utiliza suelda TIG con un electrodo de tungsteno y gas argón. El tiempo normal empleado incluyendo la valoración de ritmo de trabajo es de: (1893,76 segundos).

Tabla 21.  
Toma de tiempos ensamble techo completo

Operación: Ensamble techo completo	Tiempos de ciclo en segundos										Tiempo medio de ciclo	Desviación estándar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento (Te)	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Actividad																
Calibrar la máquina a 160 amperios	25,4	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	1,4	26,4	23,5	24,94	24,94
Affilar tungsteno	74,8	74,6	75,2	75,8	74,3	73,9	75	74,1	74,8	73,8	74,63	0,6	75,3	74,0	74,69	74,69
Cargar el costillar y colocarlo sobre la mesa giratoria	25,6	25	24,6	24,9	25,8	29,7	23,3	28,1	25,1	23,9	25,6	1,9	27,5	23,7	25,17	25,17
Cargar el marco del techo completo y colocarlo alrededor del costillar	32,9	32,8	31,8	30,7	33,5	33,1	33,6	35,7	34,1	32,4	33,06	1,3	34,4	31,7	33,03	30,27
Fijar a 20 cm de distancia cada costilla externa de los lados laterales del marco del techo	41,3	42,8	49,6	44,4	43,7	42,6	43	45,8	43,2	42,9	43,93	2,3	46,2	41,6	43,55	39,92
Asegurar a través de cuerdas con apretadores el costillar al marco del techo	192	190,6	194	193	194	191	191	191	192	194	192,17	1,4	193,6	190,7	107,75	98,77
Soldar a cada lado de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de suelda de 3 cm)	754	754	748	745	752	746	749	753	752	754	750,74	3,4	754,1	747,4	751,71	751,71
Girar la mesa	27	26,8	25,9	27,3	27,5	27,1	26,4	26,6	27,4	26,9	26,89	0,5	27,4	26,4	26,94	29,18
Soldar la parte interna de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de suelda de 4 cm)	543	541	544	543	544	542	542	544	541	542	542,52	1,2	543,7	541,4	542,53	542,53
Girar la mesa	27	26,8	25,9	27,3	27,5	27,1	26,4	26,6	27,4	26,9	26,89	0,5	27,4	26,4	26,94	29,18
Retirar amarrias	132	132	132	131	131	130	131	132	134	133	131,7	1,2	132,9	130,5	131,40	131,40
Verificar puntos de suelda	74,2	74,1	74,6	74,9	74,2	74,5	75,1	75,2	74,6	71,9	74,33	0,9	75,3	73,4	74,60	68,38
Cargar el techo completo al área de pulido	41,2	44,1	43,5	43,8	44,6	44,2	42,5	43,6	43,8	44,7	43,6	1,0	44,6	42,6	43,94	47,60
															Tiempo normal por operación (seg)	1893,76

PARADAS DE BUS SIMPLE  
COLUMNAS - CÓD. PB\_C



CÓDIGO DE PIEZA	NOMBRE	CANTIDAD
PB_C_1A	COLUMNA PRINCIPAL DERECHA	1
PB_C_1B	COLUMNA PRINCIPAL IZQUIERDA	1
PB_C_2	TAPA COLUMNA PRINCIPAL	2
PB_C_3	PLACA SOLDADA	2
PBS_C_4	AUMENTO	
PBS_C_5	TAPA AUMENTO	

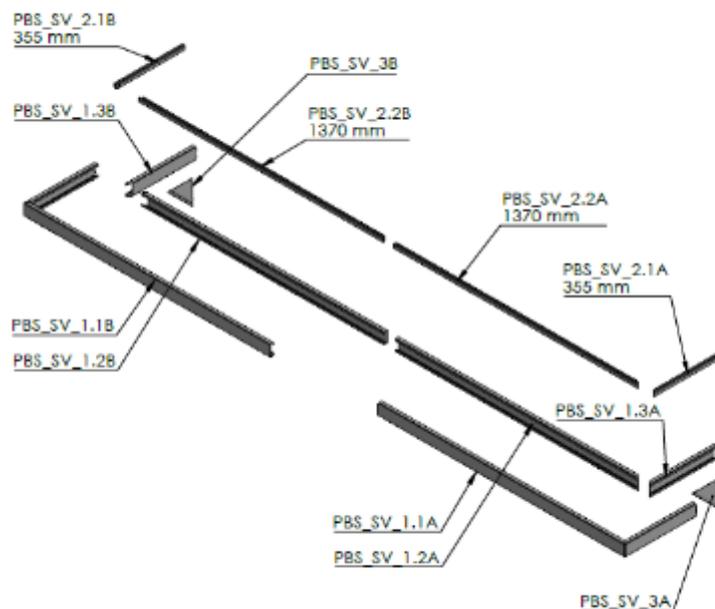
Figura 31. Codificación de partes de las columnas

En el ensamble de las columnas del cuerpo de la parada se tienen 5 piezas por columna, se lo realiza fabricando una columna izquierda y una derecha, ambas columnas tienen las mismas piezas y el mismo proceso de ensamble, en lo que se diferencia es en la pieza (PB\_C\_1A) en donde la columna derecha posee unas perforaciones de un lado y la columna izquierda del otro. En este proceso intervienen 2 operarios, uno que coloca prensas a lo largo de la columna principal para que se cierre a la medida y la tapa ingrese adecuadamente y otro que suelda internamente la columna una vez que la tapa está puesta. En este proceso se utiliza suelda TIG con un electrodo de tungsteno y gas argón. El tiempo normal por columna incluyendo la valoración de ritmo de trabajo según la escala de Bedaux es: Soldar columna (786,85).

Tabla 22.  
Toma de tiempos columnas

Operación: Soldar columnas	Tiempos de ciclo en segundos										Desviación estandar	Límite superior	Límite inferior	Tiempo promedio válido por elemento (Te)	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Actividad	25,4	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	26,4	23,5	24,94	24,94
Calibrar la máquina a 160 amperios	110	110,5	111	110	111	109	112	111	110	112	110,64	111,8	109,5	110,50	110,50
Affilar electrodo de tungsteno	36,4	35,1	35,8	35,6	35	34,7	34,6	34,1	36,2	36,7	35,42	36,3	34,6	35,29	35,29
Colocar materiales sobre la mesa de trabajo	40,1	42,6	41,5	43,6	40,2	40,9	40,8	44,6	41,7	42,6	41,86	43,3	40,4	41,68	38,21
Retirar plástico protector de las piezas															
Colocar 4 prensas a lo largo de la columna principal para obtener el cierre requerido para que la tapa ingrese adecuadamente	82,4	82,6	82,2	82,7	82,1	82,3	82,8	83,1	82,5	82,2	82,49	82,8	82,2	82,46	75,59
Passar tapa columna principal a lo largo de la columna principal (Operador 1)	183	184,6	185	185	184	185	185	185	184	185	184,53	185,1	183,9	184,50	169,13
Soldar esquinas inferiores de la tapa con la columna (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)	57,1	56,8	55,2	56,3	54,9	55	54,7	56,2	53	56,4	55,56	56,8	54,3	55,69	55,69
Soldar esquinas superiores de la tapa con la columna principal (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)	57,1	56,8	55,2	56,3	54,9	55	54,7	56,2	53	56,4	55,56	56,8	54,3	55,69	60,33
Sostener placa superior (Operador 1)	25,8	24,9	26,4	25,7	25,1	23,2	24,6	21,5	22,7	25,8	24,57	26,2	23,0	25,01	25,01
Soldar placa superior con columna principal (fundir todo el perímetro de la placa) (Operador 2)	62	61,3	63,8	65,4	62,4	63,8	61,9	62,5	63,1	64,7	63,09	64,4	61,8	62,79	68,02
Soldar aumento de columna (Operador 2)	47,6	48,3	46,9	48,4	48,1	47,5	49	48,2	47,8	46,3	47,81	48,6	47,0	47,99	47,99
Unir aumento de columna con la columna principal (Operador 2)	25	25,8	25,7	25,1	24,6	24,3	25,9	25,7	25,1	24,2	25,14	25,8	24,5	25,29	25,29
Verificar puntos de suelda	20,7	20,9	20,1	21,5	20,8	21,1	21,4	20	21,7	21,2	20,94	21,5	20,4	21,09	22,84
Colocar la columna completa sobre un pallet	30,5	30	30,7	30,5	30,1	31,3	31,5	30,3	30,9	30,6	30,64	31,1	30,2	30,58	28,03
														Tempo normal por operación (seg)	786,85

**SOPORTE VIDRIO - PARADA DE BUS SIMPLE**  
CÓD: PBS\_SV



CÓDIGO PIEZA	NOMBRE
PBS_SV_1.1A	SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO
PBS_SV_1.1B	SOPORTE principal en L exterior DERECHO
PBS_SV_1.2A	SOPORTE principal interno IZQUIERDO
PBS_SV_1.2B	SOPORTE principal interno DERECHO
PBS_SV_1.3A	SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO
PBS_SV_1.3B	SOPORTE principal interno lateral DERECHO
PBS_SV_2.1A	Soporte U para vidrios lateral IZQUIERDO 355x17
PBS_SV_2.1B	Soporte U para vidrios lateral DERECHO 355x17
PBS_SV_2.2A	Soporte U para vidrios principal IZQ 1370x17
PBS_SV_2.2B	Soporte U para vidrios principal DER 1370x17
PBS_SV_3A	Ángulo de apoyo IZQ
PBS_SV_3B	Ángulo de apoyo DER

Figura 32. Codificación de partes del soporte del vidrio

En la operación de ensamble del soporte del vidrio se utilizan 6 piezas, las cuales se fabrican primero soldando la estructura interna y luego la externa para después unirlos y que se forma la estructura completa como tal. Aquí intervienen 2 operarios, uno que sostiene las piezas a soldarse y otro que va soldando en las uniones primero con puntos de suelda y luego para soldar la estructura interna y externa se realizan cordones de suelda a lo largo de la parte inferior de la estructura. El soldador aquí utiliza suelda TIG con electrodo de tungsteno y gas argón. El tiempo normal de la operación incluyendo la valoración de ritmo de trabajo según la escala de Bedaux es de: Soldar soporte del vidrio (606,26 segundos).

Tabla 23.  
Toma de tiempos soporte del vidrio

Operación: Soldar soporte del vidrio Actividad	Tiempos de ciclo en segundos										Tiempo medio de	Desviación estándar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Calibrar la máquina a 120 amperios	25,4	25	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	1,4	26,4	23,5	24,94	24,94
Affilar electrodo de tungsteno	110	111	111	110	111	109	112	111	110	112	110,64	1,1	111,8	109,5	110,50	110,50
Colocar materiales sobre la mesa de trabajo	36,4	35	35,8	35,6	35	34,7	34,6	34,1	36,2	36,7	35,42	0,9	36,3	34,6	35,29	35,29
Retirar plástico protector de las piezas	40,1	43	41,5	43,6	40,2	40,9	40,8	44,6	41,7	42,6	41,86	1,5	43,3	40,4	41,68	38,21
Sostener SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO y SOPORTE principal en L exterior DERECHO (Operador 1)	12,5	14	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	10,29
Soldar estructura externa: SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO con SOPORTE principal en L exterior DERECHO (cordón de suelda a lo largo de la unión) (Operador 2)	32,1	34	33,8	32,9	31,4	34,2	32,7	31,7	33	33,5	32,89	0,9	33,8	32,0	33,09	35,84
Sostener SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 1)	12,5	14	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	10,29
Soldar SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 2)	32,1	34	33,8	32,9	31,4	34,2	32,7	31,7	33	33,5	32,89	0,9	33,8	32,0	33,09	35,84
Sostener SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 1)	12,5	14	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	10,29
Soldar SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 2)	32,1	34	33,8	32,9	31,4	34,2	32,7	31,7	33	33,5	32,89	0,9	33,8	32,0	33,09	35,84
Unir estructura interna izquierda con estructura interna derecha (Operador 2)	32,1	34	33,8	32,9	31,4	34,2	32,7	31,7	33	33,5	32,89	0,9	33,8	32,0	33,09	33,09
Unir estructura externa con estructura interna (6 cordones de 3 cm en la parte inferior del soporte) (Operador 2)	153	153	152	152	152	152	151	153	152	151	152,13	0,6	152,7	151,6	152,26	152,26
Verificar puntos de suelda	41,7	42	42,6	41,9	41,7	41,3	42,4	41,9	42,7	42,3	42,07	0,4	42,5	41,6	42,01	45,52
Colocar en un pallet la estructura completa	30,5	30	30,7	30,5	30,1	31,3	31,5	30,3	30,9	30,6	30,64	0,5	31,1	30,2	30,58	28,03
															Tiempo normal por operación (seg)	606,23

Para unir las columnas (izquierda y derecha) con el soporte del vidrio, se inicia colocando las 2 columnas y el soporte en una matriz de ensamble, este proceso se lo realiza entre 2 personas ya que las piezas a cargar son pesadas. Una vez que las columnas y el soporte se encuentren en la matriz el ayudante del soldador sostiene una pieza triangular que sirve de apoyo del soporte y el soldador la une con cordones de suelda, este procedimiento se lo realiza tanto en la columna izquierda como en la derecha. Durante la operación se utiliza suelda TIG con electrodo de tungsteno y gas argón. El tiempo normal incluyendo la valoración de ritmo de trabajo según la escala de Bedaux es de: Unir columnas con soporte del vidrio (566,10 segundos).

Tabla 24.  
Toma de tiempos cuerpo completo de la parada

Operación: Unir columnas y soporte del vidrio	Tiempos de ciclo en segundos										Tiempo medio de ciclo	Desviación estándar	Límite superior	Límite inferior	Tiempo promedio válido por elemento (Te)	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Actividad																	
Calibrar la máquina a 160 amperios	25,4	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	1,4	26,4	23,5	24,94	24,94	
Affilar electrodo de tungsteno	110	111	111	110	111	109	112	110,7	110	112	110,64	1,1	111,8	109,5	110,50	110,50	
Cargar soporte del vidrio	23,7	23,6	24,1	23,9	23,8	25,1	24,2	23,6	23	24,8	23,98	0,6	24,6	23,4	23,84	23,84	
Colocar soporte del vidrio sobre matriz de ensamble	15,2	15,8	15,7	15,3	15,4	15,6	15,9	15,2	14,9	15,1	15,41	0,3	15,7	15,1	15,36	14,08	
Cargar columna principal derecha	23,7	23,6	24,1	23,9	23,8	25,1	24,2	23,6	23	24,8	23,98	0,6	24,6	23,4	23,84	23,84	
Amar columna principal derecha con soporte del vidrio	30,4	30,6	30,2	30,1	30,7	30,9	30,8	30,6	30,4	30,5	30,52	0,3	30,8	30,3	30,57	30,57	
Cargar columna principal izquierda	23,7	23,6	24,1	23,9	23,8	25,1	24,2	23,6	23	24,8	23,98	0,6	24,6	23,4	23,84	23,84	
Amar columna principal izquierda con soporte del vidrio	30,4	30,6	30,2	30,1	30,7	30,9	30,8	30,6	30,4	30,5	30,52	0,3	30,8	30,3	30,57	33,12	
Soldar columna principal derecha con soporte del vidrio fijandolos a través del Angulo de apoyo DER	52,9	53,4	51,6	54,8	50,6	50,7	50,9	52,8	51,1	50,9	51,97	1,4	53,4	50,5	51,66	51,66	
Soldar columna principal izquierda con soporte del vidrio fijandolos a través del Angulo de apoyo IZO	52,9	53,4	51,6	54,8	50,6	50,7	50,9	52,8	51,1	50,9	51,97	1,4	53,4	50,5	51,66	55,96	
Verificar puntos de suelda	41,7	42,2	42,6	41,9	41,7	41,3	42,4	41,9	42,7	42,3	42,07	0,4	42,5	41,6	42,01	42,01	
Transportar cuerpo principal completo hacia el área de pulido	132	132	133	131	131	130	131	131,8	134	133	131,84	1,2	133,0	130,7	131,73	131,73	
															Tiempo normal por operación (seg)	566,09	

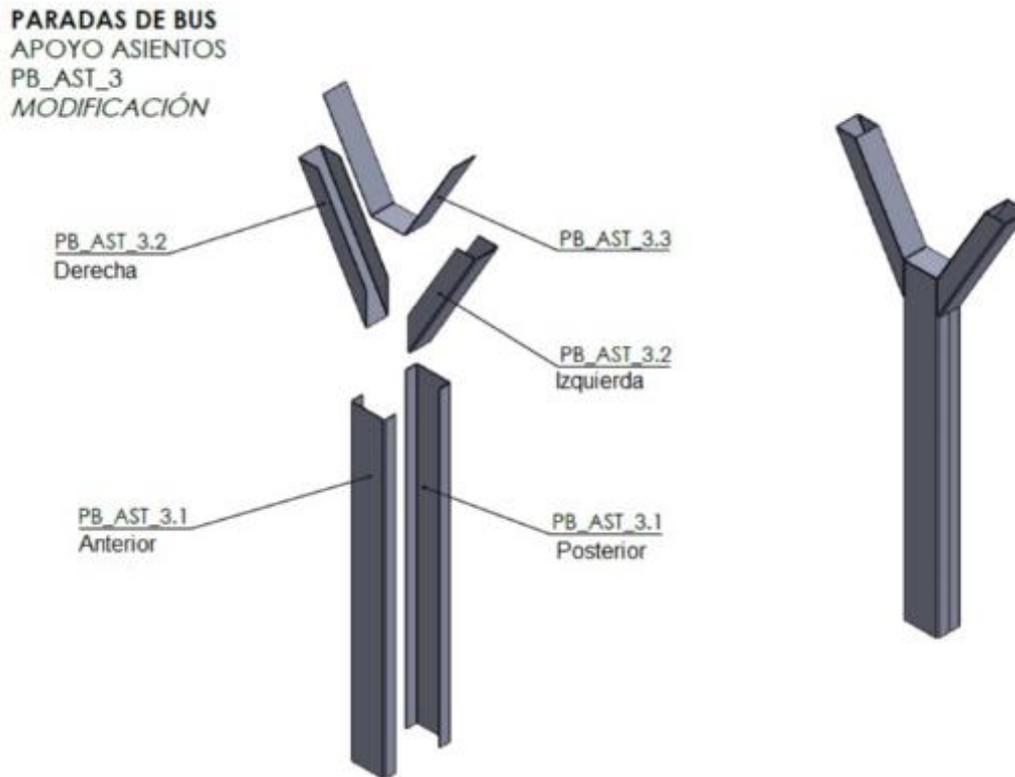


Figura 33. Codificación de partes de la pata de la banca

Durante la fabricación de bancas se utilizan 5 piezas por pata y existen 3 operaciones: Soldar pata izquierda y derecha, soldar asiento de la banca y unir patas con asiento. Las patas de las bancas se las fabrica primero uniendo PB\_AST\_3.2 derecha y PB\_AST\_3.2 izquierda con PB\_AST\_3.3, y PB\_AST\_3.1 anterior con PB\_AST\_3.1 posterior, a través de puntos con suelda TIG, una vez que están ensambladas estas partes se procede a unirlas y soldarlas en sus uniones con suelda MIG. Este es el único proceso que inmediatamente pasa a pulido para reducir el cordon hecho con suelda MIG y regresa al proceso de armado y suelda. Mientas las patas se están puliendo se fabrica el asiento, aquí se utiliza suelda TIG. Concluido el pulido de patas y armado de asiento se procede a unir las patas con el asiento. Durante toda la operación se utilizan 2 operarios, un ayudante y el soldador. El tiempo normal de cada una de las operaciones incluyendo las valoraciones por ritmo de trabajo son: Soldar patas (408,71 segundos por pata), Soldar asiento (295,07 segundos) y unir patas con asiento (239,66 segundos).

Tabla 25.  
Toma de tiempos patas bancas

Operación: Soldar patas de bancas	Tiempos de ciclo en segundos										Desviación estandar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Afilar electrodo de tungsteno	110,3	110,5	110,9	109,7	111,3	108,5	112,4	111	110	112	110,64	1,1	111,8	109,5	110,50	110,50
Calibrar la máquina a 80 amperios	25,4	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	1,4	26,4	23,5	24,94	24,94
Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (Operario 1)	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	11,23
Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (3 puntos de suelda a cada lado) (Operario 2)	66,3	65,1	65,9	66,2	67,4	65,3	64,8	66,2	66,9	67,1	66,12	0,9	67,0	65,3	66,13	60,62
Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (Operario 1)	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	11,23
Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (3 puntos de suelda a cada lado) (Operario 2)	66,3	65,1	65,9	66,2	67,4	65,3	64,8	66,2	66,9	67,1	66,12	0,9	67,0	65,3	66,13	60,62
Sostener PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (Operario 1)	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	11,23
Soldar columna de apoyo: PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (6 puntos a cada lado) (Operario 2)	66,3	65,1	65,9	66,2	67,4	65,3	64,8	66,2	66,9	67,1	66,12	0,9	67,0	65,3	66,13	60,62
Unir estructura en V con columna de apoyo (Suelta MIG) (Un cordón en cada unión, solo al lado externo de la pata) (Operario 2)	42,8	43,2	43,9	43,1	43,6	42,5	42,1	42,8	42,6	43	42,96	0,5	43,5	42,4	42,86	46,43
Colocar la pata completa en un pallet	10,2	10,8	10,5	10,3	10,1	10,6	10,7	10,4	9,9	10,6	10,41	0,3	10,7	10,1	10,43	11,29
															Tiempo normal por operación (seg)	408,71



Tabla 27.  
Toma de tiempos unir patas con asientos

Operación: Unir patas de bancas con asiento Actividad	Tiempos de ciclo en segundos										Tiempo medio de ciclo	Desviación estándar	Límite superior	Límite inferior	Tiempo promedio válido por elemento	Tiempo normal con valoración según escala de Betaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Calibrar la máquina a 80 amperios	25,4	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	27,9	24,97	1,4	26,4	23,5	24,94	24,94
Sostener pata izquierda sobre el asiento (Operario 1)	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	11,23
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata izquierda (Operario 2)	86,3	86,8	86,5	86,1	86,5	86,7	87,1	86,7	87,3	88,8	86,88	0,8	87,6	86,1	86,67	86,67
Sostener pata derecha sobre el asiento (Operario 1)	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	11,6	11,63	1,3	13,0	10,3	11,23	11,23
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata derecha (Operario 2)	86,3	86,8	86,5	86,1	86,5	86,7	87,1	86,7	87,3	88,8	86,88	0,8	87,6	86,1	86,67	86,67
Cargar banca completa hacia el área de pulido	20,1	21,6	20,5	20,8	20,4	21,6	21	20,9	20,3	20,7	20,79	0,5	21,3	20,3	20,66	18,94
															Tiempo normal por operación (seg)	239,66

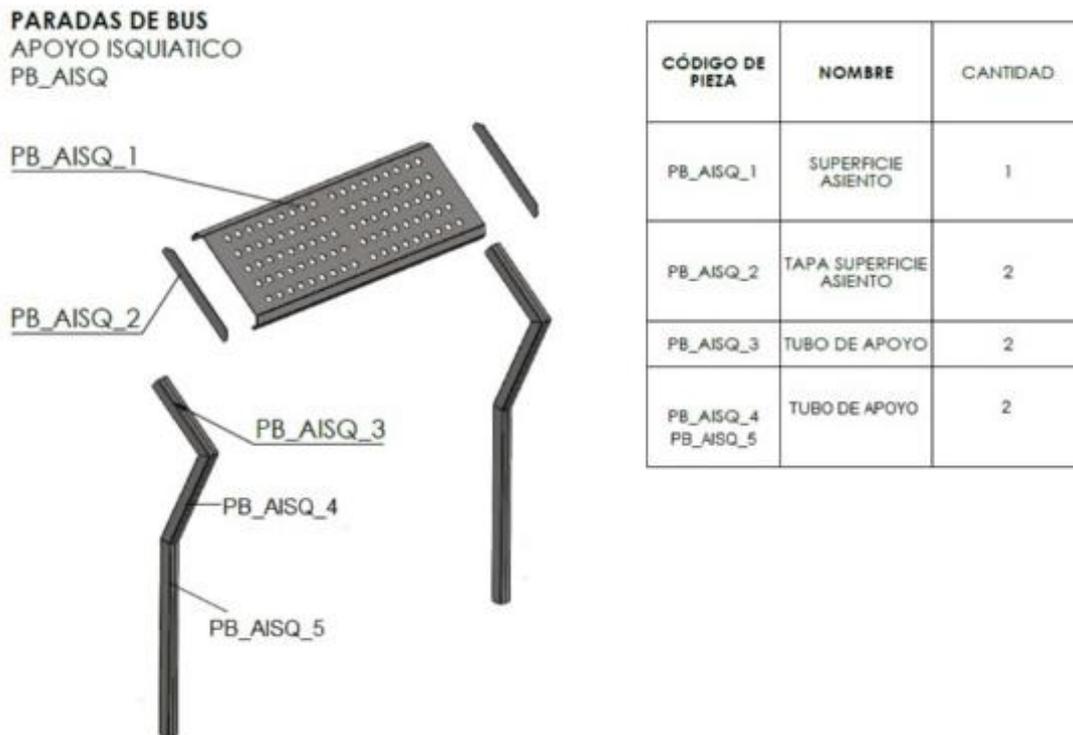


Figura 34. Codificación de partes Apoyo isquiático

De igual manera el ensamble del apoyo isquiático consta de 3 operaciones: Soldar pata izquierda y derecha, soldar asiento y unir patas con asiento. Cada pata del apoyo isquiático consta de 3 tubos los cuales son unidos con un cordón de suelda alrededor del tubo, una vez que se suelda una pata izquierda y una derecha se procede a soldar el asiento, colocando una tapa a cada lado. Luego de que el asiento esté armado se procede a unir la pata izquierda y derecha con el asiento utilizando cordones de suelda a lo largo de la superficie de contacto de las patas con el asiento. En todas las operaciones se utiliza suelda TIG con un electrodo de tungsteno y gas argón. Intervienen 2 operadores, uno que sostiene las piezas a soldar y otro que suelda las partes a soldarse con puntos o cordones de suelda. El tiempo normal empleado incluyendo las valoraciones por ritmo de trabajo según la escala de Bedaux es de: Soldar patas de isquiáticos (341,88 segundos), Soldar asiento (295,07 segundos) y unir patas con asiento (239,66 segundos).



Tabla 29.  
Toma de tiempos asiento isquiático

Operación: Soldar asiento isquiáticos	Tiempos de ciclo en segundos										Desviación estandar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento	Tiempo normal con valoración según escala de Bedaux (Tn)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Actividad	110	111	111	110	111	109	112	111	110	112	110,64	111,8	109,5	110,63	110,63
Affilar electrodo de tungsteno	25,4	24,6	26,1	25,3	24,1	24,2	24,7	25,1	22,3	28	24,97	26,4	23,5	34,46	34,46
Calibrar la máquina a 100 amperios	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	12	11,63	13,0	10,3	11,23	11,23
Sostener asiento con tapa derecha (Operario 1)															
Soldar asiento con tapa derecha (9 puntos de suelda a lo largo del perimetro de la tapa) (Operario 2)	52,9	54,1	52,8	52,6	52,9	54,3	53,6	53,5	52,8	55	53,41	54,1	52,7	53,23	48,79
Sostener asiento con tapa izquierda (Operario 1)	12,5	14,3	11,2	10,3	13,2	11,7	10,9	10,4	10,2	12	11,63	13,0	10,3	11,23	11,23
Soldar asiento con tapa izquierda (9 puntos de suelda a lo largo del perimetro de la tapa) (Operario 2)	52,9	54,1	52,8	52,6	52,9	54,3	53,6	53,5	52,8	55	53,41	54,1	52,7	53,23	48,79
Colocar el asiento completo en un pallet	16,3	16,7	16,4	16,9	16,2	15,8	15,5	16,1	16,6	17	16,33	16,8	15,9	29,93	29,93
														Tiempo normal por operación (seg)	295,07

Tabla 30.  
Toma de tiempos unir patas con asiento

Operación: Unir patas de isquiático con asiento Actividad	Tiempos de ciclo en segundos										Tiempo medio de ciclo	Desviación estandar	Limite superior	Limite inferior	Tiempo promedio válido por elemento	Tiempo normal con valoración según escala de
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Calibrar la máquina a 80 amperios	25.4	24.6	26.1	25.3	24.1	24.2	24.7	25.1	22.3	27.9	24.97	1.4	26.4	23.5	24.94	24.94
Sostener pata izquierda sobre el asiento (Operario 1)	12.5	14.3	11.2	10.3	13.2	11.7	10.9	10.4	10.2	11.6	11.63	1.3	13.0	10.3	11.23	11.23
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata izquierda (Operario 2)	86.3	86.8	86.5	86.1	86.5	86.7	87.1	86.7	87.3	88.8	86.88	0.8	87.6	86.1	86.67	86.67
Sostener pata derecha sobre el asiento (Operario 1)	12.5	14.3	11.2	10.3	13.2	11.7	10.9	10.4	10.2	11.6	11.63	1.3	13.0	10.3	11.23	11.23
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata derecha (Operario 2)	86.3	86.8	86.5	86.1	86.5	86.7	87.1	86.7	87.3	88.8	86.88	0.8	87.6	86.1	86.67	86.67
Cargar apoyo isquiático completo hacia el área de	20.1	21.6	20.5	20.8	20.4	21.6	21	20.9	20.3	20.7	20.79	0.5	21.3	20.3	20.66	18.94
															Tiempo normal por operación (seg)	239.66

Luego de haber calculado los tiempos normales con sus respectivas valoraciones de ritmo de trabajo por actividad de cada operación se sacan los tiempos estándar tomando en cuenta los coeficientes por suplementos de descanso por operación. En la siguiente tabla se muestran los coeficientes añadidos por operación.

Tabla 31.  
Coeficientes por suplementos de descanso

Operación	Coeficientes por suplemento de descanso											Índice Total		
	Suplementos constantes		Suplemento por trabajar de pie	Suplemento por postura anormal	Levantamiento de peso	Intensidad de luz	Calidad del aire	Tensión visual	Tensión auditiva	Proceso complejo	Monotonía mental		Monotonía física	
	Necesidades personales	Fatiga												
Soldar marco externo	5	4	2	2	1	0	0	5	0	1	4	5	29	0,29
Soldar marco interno	5	4	2	2	1	0	0	5	0	1	4	5	29	0,29
Unión marco externo e interno	5	4	2	2	6	0	0	2	0	1	4	5	31	0,31
Soldar costillas	5	4	2	2	0	0	0	5	0	1	4	5	28	0,28
Soldar viga principal	5	4	2	2	1	0	0	5	0	1	4	5	29	0,29
Unión costillas y viga principal	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	4	5	31	0,31
Ensamble techo completo	5	4	2	0	14	0	0	2	0	1	4	5	37	0,37
Soldar columnas	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	4	5	22	0,22
Soldar soporte del vidrio	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	4	5	26	0,26
Unión columnas y soporte del vidrio	5	4	2	0	6	0	0	2	0	1	4	5	29	0,29
Soldar patas de bancas	5	4	0	2	0	0	0	5	0	1	4	5	26	0,26
Soldar asiento de bancas	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	4	5	25	0,25
Unir patas de bancas con asiento	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	4	5	26	0,26
Soldar patas isquióticos	5	4	0	2	0	0	0	5	0	1	4	5	26	0,26
Soldar asiento isquióticos	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	4	5	25	0,25
Unir patas de isquióticos con asiento	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	4	5	26	0,26

Una vez que se designaron los coeficientes por suplemento de descanso a cada una de las operaciones se procede a calcular el tiempo estándar de cada una de ellas:

Siendo  $T_t$  el tiempo total estándar y  $T_n$  el tiempo normal más las valoraciones por ritmo de trabajo.

Con lo que se obtiene:

Tabla 32.

*Tiempo estándar de las operaciones del proceso de armado y suelda*

Operación	Tiempo normal en segundos	Tiempo normal en horas	Coefficiente por suplementos de descanso	Tiempo estándar/unidad
Soldar marco externo	813,3	0,23	1,29	0,29
Soldar marco interno	873,97	0,24	1,29	0,31
Unión marco externo e interno	1472,52	0,41	1,31	0,54
Soldar costillas	610,26	0,17	1,28	0,22
Soldar viga principal	510,38	0,14	1,29	0,18
Unión costillas y viga principal	1187,62	0,32	1,31	0,41
Ensamble techo completo	1893,76	0,55	1,37	0,75
Soldar columnas	786,85	0,22	1,22	0,27
Soldar soporte del vidrio	606,23	0,17	1,26	0,21
Unión columnas y soporte del vidrio	566,09	0,16	1,29	0,21
Soldar patas de bancas	408,71	0,11	1,26	0,14
Soldar asiento de bancas	295,07	0,07	1,25	0,09
Unir patas de bancas con asiento	239,66	0,07	1,26	0,09
Soldar patas isquiáticos	341,88	0,09	1,26	0,11
Soldar asiento isquiáticos	295,07	0,07	1,25	0,09
Unir patas de isquiáticos con asiento	239,66	0,07	1,26	0,09

## 4.2 Análisis de métodos

Para analizar los métodos de fabricación se utilizaron diagramas OTIDA por operación, dichos diagramas nos permiten ver las actividades en secuencia que se realizan y clasificarlas en: Operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos. Adicional a esto con el estudio de tiempos realizado podemos analizar el tiempo que se emplea en cada una de estas partes de la operación. Con esto se procede a ver qué actividades podemos eliminarlas, combinarlas o mejorarlas y a partir de este análisis tomar decisiones las cuales aumenten la productividad y capacidad de producción de dichas operaciones.

#### 4.2.1 OTIDA Marco externo del techo

Dentro de este proceso tenemos 17 actividades, de las cuales 12 son operaciones, 1 inspección, 2 transportes, 1 demora y 1 almacenamiento. Se emplean en total 20 metros del recorrido de los operarios.

Se busca mejorar:

La actividad de sacar el plástico protector de las piezas, ya que está considerado como una demora porque no aporta ningún valor al proceso.

La calibración de la máquina para eliminar errores estéticos de la suelda.

La cantidad de puntos de suelda en las uniones de las partes ya que se han soltado puntos de suelda luego de haber culminado el proceso y se desea brindar más estructura al marco externo.

La actividad de verificar puntos de suelda, se considera que se deben hacer más controles para disminuir el número de reprocesos.

Se busca combinar:

La actividad de afilar el tungsteno y la de colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, aquí los 2 operadores colocan las piezas sobre la mesa de trabajo y luego uno de ellos afila el tungsteno.

Tabla 33.  
OTIDA marco externo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 1		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Marco externo del techo				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí (descripción y símbolo): Suelta y armado del marco externo				Actual		Propuesta		Ahorro				
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo			
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de suelta de techos				Operaciones	12	364,44						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Inspecciones	1	112						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Transportes	2	114,15						
				Demoras	1	222,49						
				Almacenamientos	1							
				Distancia total necesaria (m)	20 m							
				Tiempo requerido		813,30						
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibración de la máquina a 120 amperios				X			22,86				X	
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo		X				4 m	84,53		X			
Affilar electrodo de tungsteno				X		10 m	84,17		X			
Sacar plástico protector de las piezas a soldar			X				222,49				X	
Sostener 2 piezas que forman el frente del techo (Operador 1)				X			11,23					
Soldar frente del techo: Estructura ANT exterior IZQ y Estructura ANT exterior DER (7 puntos de suelta) (Operador 2)				X			40,25				X	
Sostener 2 piezas que forman la espalda del techo (Operador 1)				X			11,23					
Soldar espalda del techo: Estructura POST exterior IZQ y Estructura POST exterior DER (7 puntos de suelta) (Operador 2)				X			40,25				X	
Sostener frente del techo con pieza lateral derecha (Operador 1)				X			11,23					
Soldar estructura externa lateral derecha con el frente del techo (7 puntos de suelta) (Operador 2)				X			40,25				X	
Sostener pieza lateral izquierda con el frente del techo (Operador 1)				X			11,23					
Soldar estructura externa lateral izquierda con el frente del techo (7 puntos) (Operador 2)				X			40,25				X	
Sostener espalda del techo con el resto del cuerpo (Operador 1)				X			11,23					
Soldar espalda con el resto del cuerpo (7 puntos en cada esquina) (Operador 2)				X			40,25				X	
Cargar marco externo y colocarlo a 3 metros de la mesa de trabajo		X				6 m	29,62					
Verificar puntos de suelta (Control de calidad)	X						112,23				X	

#### 4.2.2 OTIDA Marco interno del techo

Este proceso consta de 17 actividades, de las cuales 12 son operaciones, 1 inspección, 2 transportes, 1 demora y 1 almacenamiento. Se emplean en total 20 metros en recorrido de los operarios.

Se busca mejorar:

La actividad de sacar el plástico a las piezas.

Los procesos de suelda ya que se busca estructurar de igual manera el marco interno y externo.

La calibración de la máquina por errores estéticos.

La cantidad de verificaciones de los puntos de suelda en el proceso.

Se busca combinar:

Las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo.

Tabla 34.  
OTIDA marco interno

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO											
DIAGRAMA N° 2		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>			
Descripción de pieza o producto en transformación: Marco interno del techo				RESUMEN DEL ESTUDIO							
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo)				Actual		Propuesta		Ahorro			
Suelta y armado del marco interno				N°		Tiempo		N°		Tiempo	
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones		12		411,82			
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Inspecciones		1		112			
Mesa de trabajo de suelda de techos				Transportes		2		127,44			
Operario (s) que ejecutan la actividad:				Demoras		1		222,49			
2 operarios				Almacenamientos		1					
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Distancia total necesaria (m)		20 m					
				Tiempo requerido		873,97					
				Costos: Maquinaria:							
				Mano de Obra:							
				Materiales:							
				TOTAL:							
Descripción de la actividad	Tipo de actividad				Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet				X							
Calibración de la máquina a 100 amperios				X		22,86				X	
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo (operario 1) y afilar electrodo de tungsteno (operario 2)		X			4 m	84,53		X			
Afilar electrodo de tungsteno				X	10 m	84,17		X			
Sacar plástico protector de las piezas a soldar			X			222,49				X	
Sostener 2 piezas que forman el frente interno del techo (operador 1)				X		11,23					
Soldar frente interno del techo: Estructura FTE interna IZQ y Estructura FTE interna DER (10 puntos de suelda) (operador 2)				X		49,73				X	
Sostener 2 piezas que forman la espalda interna del techo (operador 1)				X		11,23					
Soldar espalda interna del techo: Estructura POST interna IZQ y Estructura POST interna DER (10 puntos de suelda) (operador 2)				X		49,73				X	
Sostener frente del techo con Estructura lateral interna DER (operador 1)				X		11,23					
Soldar Estructura lateral interna DER con el frente interno del techo (10 puntos de suelda) (operador 2)				X		49,73				X	
Sostener Estructura lateral interna IZQ con el frente del techo (operador 1)				X		11,23					
Soldar Estructura lateral interna IZQ con el frente interno del techo (10 puntos) (operador 2)				X		49,73				X	
Sostener espalda interna del techo con el resto del cuerpo (operador 1)				X		11,23					
Soldar espalda interna con el resto del cuerpo (10 puntos en cada esquina) (operador 2)				X		49,73				X	
Cargar marco interno y colocarlo a 3 metros de la mesa de trabajo		X			6 m	42,91					
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X					112,23					

### 4.2.3 OTIDA Unión marco interno y externo del techo

La operación de unir el marco interno con el marco externo consta de 27 actividades de las cuales 24 son operaciones, 2 son transportes y 1 almacenamiento. Se emplean en total 22 metros en recorrido de los operarios.

Aquí la calibración de la máquina a 80 amperios es la adecuada ya que se realizan fundiciones con cordones de suelda en un tool de acero inoxidable con 0,9 mm de espesor, por lo cual no se necesita mucho amperaje.

En esta operación se desea combinar:

Colocar playos de presión en cada una de las esquinas del marco del techo con colocar playos de presión en el centro de cada estructura del marco del techo.

Tabla 35.  
OTIDA marco completo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 3		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Marco completo del techo				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí (descripción y símbolo)				Actividades:	Actual		Propuesta		Ahorro			
Unión de marco interno y externo					N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo		
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	24	1307,00						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de suelda de techos				Inspecciones								
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	2	165,51						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Demoras								
				Almacenamientos	1							
				Distancia total necesaria (m)	22 m							
				Tiempo requerido		1472,52						
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X			22,86				
Calibración de la máquina a 80 amperios				X				112,33				
Colocar marco externo sobre marco interno		X				6 m		139,01		X		
Sostener esquinas con playos de presión (Operador 1)				X				22,93				
Fundir esquina 1 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X				25,01				
Fundir esquina 2 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X				22,93				
Fundir esquina 3 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X				25,01				
Fundir esquina 4 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X				139,01		X		
Colocar playos de presión en el centro de cada estructura del marco del techo (Frente, espalda, lateral derecho y lateral izquierdo) (Operador 1)				X								
Fundir 6 cordones de 2 cm en el frente del techo (Operador 2)				X				141,38				
Fundir 6 cordones de 6 cm en la espalda del techo (Operador 2)				X				76,08				
Fundir 3 cordones en el lado derecho del techo (Operador 2)				X				76,08				
Fundir 3 cordones en el lado izquierdo del techo (Operador 2)				X				22,86				
Calibración de la máquina a 180 amperios				X				11,23				
Sostener Estructura FTE superior DER (Operador 1)				X				71,10				
Soldar Estructura FTE superior DER (15 puntos) (Operador 2)				X				11,23				
Sostener Estructura FTE superior IZQ (Operador 1)				X				71,10				
Soldar Estructura FTE superior IZQ (15 puntos) (Operador 2)				X				11,23				
Sostener Estructura lateral SUPERIOR DER (Operador 1)				X				50,35				
Soldar Estructura lateral SUPERIOR DER (13 puntos) (Operador 2)				X				11,23				
Sostener Estructura lateral SUPERIOR IZQ (Operador 1)				X				50,35				
Soldar Estructura lateral SUPERIOR IZQ (13 puntos) (Operador 2)				X				11,23				
Sostener Estructura POST/FTE superior IZQ (Operador 1)				X				71,10				
Soldar Estructura POST/FTE superior IZQ (15 puntos) (Operador 2)				X				11,23				
Sostener Estructura POST/FTE superior DER (Operador 1)				X				71,10				
Soldar Estructura POST/FTE superior DER (15 puntos) (Operador 2)				X				11,23				
Cargar techo completo y colocarlo en el siguiente puesto de trabajo	X					16 m		53,18				

#### 4.2.4 OTIDA Costillas

En esta operación tenemos 18 actividades, de las cuales 12 son operaciones, 1 inspección, 2 transportes, 1 demora y 2 almacenamientos. Se emplean en total 15 metros en recorrido de los operarios.

Se desea mejorar:

La calibración de la máquina ya que aquí se tiene problemas en su gran mayoría estéticos.

La actividad de sacar el plástico protector.

Se busca combinar:

Las actividades de afilar el electrodo de tungsteno y de colocar el material sobre la mesa de trabajo.

Tabla 36.  
OTIDA costillas

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA Nº_4_		HOJA Nº_1_		RESUMEN DEL ESTUDIO								
Descripción de pieza o producto en transformación: Costillas del techo				Actual		Propuesta		Ahorro				
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y simbolo)				Actividades:	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo		
Suelta y armado de costillas				Operaciones	12	472,42						
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Inspecciones	1	34						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de armado de vigas y costillas				Transportes	2	65,99						
Mesa de trabajo de armado de vigas y costillas				Demoras	1	38,21						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Almacenamientos	2							
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Distancia total necesaria (m)	15 m							
				Tiempo requerido	610,26							
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet				X								
Calibración de la máquina a 100 amperios				X			22,86				X	
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo		X				4 m	26,14		X			
Afilado de electrodo de tungsteno				X		5 m	51,10		X			
Sacar plástico protector de las piezas a soldar			X				38,21				X	
Colocar costillar en V sobre una matriz				X			33,81					
Sostener tapa costilla 1 en el frente del costillar en V (operario 1)				X			25,01					
Soldar tapa costilla 1 con el frente del costillar en V (8 puntos de suelda) (operario 2)				X			26,43					
Sostener tapa costillas 2 en la parte posterior del costillar en V (operario 1)				X			25,01					
Soldar tapa costilla 2 con la parte posterior del costillar en V (8 puntos de suelda) (operario 2)				X			26,43					
Sostener placa costillas en la parte del frente superior del costillar en V (operario 1)				X			25,01					
Soldar placa costillas en la parte del frente superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)				X			62,24					
Sostener placa costillas en la parte media superior del costillar en V (operario 1)				X			25,01					
Soldar placa costillas en la parte media superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)				X			62,24					
Sostener placa costillas en la parte trasera superior del costillar en V (operario 1)				X			25,01					
Soldar placa costillas en la parte trasera superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)				X			62,24					
Verificar puntos de suelda	X						33,64					
Colocar costillas en pallet para el siguiente proceso de ensamble		X				6 m	39,85					

#### 4.2.5 OTIDA Viga principal

El proceso de suelda de la viga principal consta de 16 actividades, 12 de ellas son operaciones, 2 son transportes, 1 demora y 1 almacenamientos. Se emplean en total 13 metros en recorrido de los operarios.

Se desea mejorar:

Las actividades de suelda de la tapa de la viga superior izquierda y derecha, en la cual se está gastando mucho tiempo innecesario realizando un cordón de suelda donde la estructura no necesita mucha resistencia.

Se desea combinar:

Las actividades de afilar el electrodo de tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo.

Tabla 37.

## OTIDA viga principal

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO													
DIAGRAMA N° 5		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>					
Descripción de pieza o producto en transformación: Viga principal del techo				RESUMEN DEL ESTUDIO									
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actividades:		Actual		Propuesta		Ahorro			
Suelta y armado de viga principal del techo				Operaciones		N°		Tiempo		N°		Tiempo	
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Inspecciones									
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de armado de vigas y costillas				Transportes		2		78,20					
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Demoras		1		38,21					
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Almacenamientos		1							
				Distancia total necesaria (m)		13 m							
				Tiempo requerido		510,38							
				Costos: Maquinaria:									
				Mano de Obra:									
				Materiales:									
				TOTAL:									
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar		
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X								
Calibración de la máquina a 120 amperios				X			22,86						
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo		X				4 m	34,73	X					
Afilar electrodo de tungsteno				X		5 m	51,44	X					
Sacar plástico protector de las piezas a soldar			X				38,21				X		
Colocar alma refuerzo de la viga dentro de Viga SIMPLE IZQ y Viga SIMPLE DER (operador 1)				X			25,25						
Soldar alma refuerzo de la viga con Viga SIMPLE DER y Viga SIMPLE IZQ (2 cordones de solda a cada lado superior) (operario 2)				X			42,35						
Sostener tapa viga lateral derecha contra la viga principal (operario 1)				X			25,01						
Soldar tapa viga lateral derecha con viga principal (2 puntos de solda a cada lado de la tapa) (operario 2)				X			34,13						
Sostener tapa viga lateral izquierda contra la viga principal (operario 1)				X			25,01						
Soldar tapa viga lateral izquierda con viga principal (2 puntos de solda a cada lado de la tapa) (operario 2)				X			34,13						
Sostener tapa viga superior izquierda contra la viga principal (operario 1)				X			25,01						
Soldar tapa viga superior izquierda con viga principal (2 cordones de solda a cada lado de la tapa) (operario 2)				X			41,88				X		
Sostener tapa viga superior derecha contra la viga principal (operario 1)				X			25,01						
Soldar tapa viga superior derecha con viga principal (2 cordones de solda a cada lado de la tapa) (operario 2)				X			41,88				X		
Colocar viga principal completa en pallet para el siguiente proceso de ensamble	X					4 m	43,47						

#### 4.2.6 OTIDA Unir costillas con la viga principal (Costillar)

El proceso de armado del costillar cuenta con 16 actividades, 12 de ellas son operaciones, 1 es una inspección y 3 son transportes. Se emplean en total 18 metros en el recorrido de los operarios.

Se considera que las actividades de esta operación son todas necesarias y óptimas para el buen desempeño de la misma.

Tabla 38.  
OTIDA costillar

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA N° 6	HOJA N° 1											
Descripción de pieza o producto en transformación: Costillar		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo) Unión de las costillas con la viga principal para formar el costillar		Actividades:		Actual		Propuesta		Ahorro				
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo					
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de armado de vigas y costillas		Operaciones	12	1001,56								
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Inspecciones	1	42								
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019		Transportes	3	144,55								
		Demoras										
		Almacenamientos										
		Distancia total necesaria (m)	18 m									
		Tiempo requerido		1187,62								
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Cargar viga principal y colocarla en la matriz de ensamble	X					4 m		20,47				
Cargar costillas y colocarlas en la matriz de ensamble sobre la viga principal	X					4 m		68,74				
Apretar con peso hacia abajo costilla 1 sobre la viga principal (operador 1)				X				12,14				
Soldar costilla 1 a viga principal (Sueda MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)				X				66,31				
Apretar con peso hacia abajo costilla 2 sobre la viga principal (operador 1)				X				12,14				
Soldar costilla 2 a viga principal (Sueda MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)				X				66,31				
Apretar con peso hacia abajo costilla 3 sobre la viga principal (operador 1)				X				12,14				
Soldar costilla 3 a viga principal (Sueda MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)				X				78,36				
Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 1 sobre la costilla 1 (operador 1)				X				23,28				
Soldar soporte estructura 1 con costilla 1 (Sueda MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)				X				254,19				
Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 2 sobre la costilla 2 (operador 1)				X				23,28				
Soldar soporte estructura 2 con costilla 2 (Sueda MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)				X				215,08				
Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 3 sobre la costilla 3 (operador 1)				X				23,28				
Soldar soporte estructura 3 con costilla 3 (Sueda MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)				X				215,08				
Verificar puntos de suelda	X							41,52				
Cargar costillar completo y colocarlo en el siguiente puesto de ensamble		X				10 m		55,34				

#### 4.2.7 OTIDA Ensamble del techo completo

Este proceso consta de 13 actividades, de las cuales 9 son operaciones, 1 es una inspección y 3 son transportes. Se emplean en total 36 metros en recorrido de los operarios.

Se desea mejorar:

El número de inspecciones de soldadura durante la operación.

Tabla 39.  
OTIDA techo completo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA N° 7_		HOJA N° 1_										
Descripción de pieza o producto en transformación: Techo completo		RESUMEN DEL ESTUDIO										
		Actual		Propuesta		Ahorro						
Actividad del DPO analizada aquí: Unión del costillar con el marco del techo completo		Actividades:	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo				
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO		Operaciones	9	1798,16	9							
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo giratoria para ensamble de techos		Inspecciones	1	68,14	2							
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Transportes	3	102,68	3							
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019		Demoras										
		Almacenamientos										
		Distancia total necesaria (m)	36 m									
		Tiempo requerido	1968,98									
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Calibrar la máquina a 160 amperios				X			24,46					
Afilar tungsteno				X	20 m		74,63					
Cargar el costillar y colocarlo sobre la mesa giratoria	X				2 m		25,14					
Cargar el marco del techo completo y colocarlo alrededor del costillar	X				4 m		30,31					
Fijar a 20 cm de distancia cada costilla externa de los lados laterales del marco del techo				X			39,69					
Asegurar a través de cuerdas con apretadores el costillar al marco del techo				X			176,16					
Soldar a cada lado de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de solda de 3 cm)				X			750,74					
Verificar puntos de solda	X						25,00					
Girar la mesa				X			29,13					
Soldar la parte interna de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de solda de 4 cm)				X			542,52					
Verificar puntos de solda	X						25,00					
Girar la mesa				X			29,13					
Retirar amarras				X			131,70					
Cargar el techo completo al área de pulido	X				10 m		47,23					

#### **4.2.8 OTIDA Columna principal derecha e izquierda del cuerpo de la parada**

Este proceso de armado de columnas consta de 15 actividades, 10 de ellas son operaciones, 1 inspección, 2 transportes, 1 demora y 1 almacenamiento. Se emplean en total 38 metros en recorrido de los operarios.

Se desea mejorar:

La actividad de sacar el plástico protector de las piezas a soldar.

La actividad de soldar el aumento de las columnas, ya que aquí existen sobreprocesamientos por errores estéticos en la suelda.

Se busca combinar:

Las actividades de colocar las piezas sobre la mesa de trabajo y la de afilar el electrodo de tungsteno.

Tabla 40.  
OTIDA columnas

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 8_		HOJA N° 1_		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Columna principal izquierda y derecha del cuerpo de la parada				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí: Unión de las piezas que conforman la columna				Actual		Propuesta		Ahorro				
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Actividades:	N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo		
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo cuerpo de paradas				Operaciones	10	662,47						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Inspecciones	1	23						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Transportes	2	63,32						
				Demoras	1	38,21						
				Almacenamientos	1							
				Distancia total necesaria (m)	38 m							
				Tiempo requerido	786,85							
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibrar la máquina a 160 amperios				X			24,94					
Afilar electrodo de tungsteno				X		30 m	110,50		X			
Colocar materiales sobre la mesa de trabajo	X					4 m	35,29		X			
Retirar plástico protector de las piezas			X				38,21				X	
Colocar 4 prensas a lo largo de la columna principal para obtener el cierre requerido para que la tapa ingrese adecuadamente				X			75,59					
Pasar tapa columna principal a lo largo de la columna principal (Operador 1)				X			169,13					
Soldar esquinas inferiores de la tapa con la columna (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)				X			55,69					
Soldar esquinas superiores de la tapa con la columna principal (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)				X			60,33					
Sostener placa superior (Operador 1)				X			25,01					
Soldar placa superior con columna principal (fundir todo el perímetro de la placa) (Operador 2)				X			68,02					
Soldar aumento de columna (Operador 2)				X			47,99				X	
Unir aumento de columna con la columna principal (Operador 2)				X			25,29				X	
Verificar puntos de solda	X						22,84					
Colocar la columna completa sobre un pallet		X				4 m	28,03					

#### 4.2.9 OTIDA Soporte del vidrio del cuerpo de la parada

En este proceso existen 15 actividades, de las cuales 12 son operaciones, 1 inspección y 2 transportes. Aquí los operarios recorren un total de 38 metros.

Se busca combinar:

Las actividades de afilar electrodo de tungsteno y colocar materiales sobre la mesa de trabajo.

Se busca mejorar:

La actividad de sacar plástico protector de las piezas a soldarse.

Tabla 41.  
OTIDA soporte del vidrio

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 9		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>				
Descripción de pieza o producto en transformación: Soporte del vidrio del cuerpo de la parada				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta		Ahorro				
Unión de las piezas que conforman el soporte del vidrio				N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	12	497,40						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo cuerpo de paradas				Inspecciones	1	46						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	2	63,32						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Demoras								
				Almacenamientos								
				Distancia total necesaria (m)	38 m							
				Tiempo requerido		606,23						
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet				X								
Calibrar la máquina a 120 amperios				X				24,94				
Afilarse electrodo de tungsteno				X		30 m		110,50	X			
Colocar materiales sobre la mesa de trabajo		X				4 m		35,29	X			
Retirar plástico protector de las piezas				X				38,21			X	
Sostener SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO y SOPORTE principal en L exterior DERECHO (Operador 1)				X				10,29				
Soldar estructura externa: SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO con SOPORTE principal en L exterior DERECHO (cordón de suelda a lo largo de la unión) (Operador 2)				X				35,84				
Sostener SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 1)				X				10,29				
Soldar SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 2)				X				35,84				
Sostener SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 1)				X				10,29				
Soldar SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 2)				X				35,84				
Unir estructura interna izquierda con estructura interna derecha (Operador 2)				X				33,09				
Unir estructura externa con estructura interna (6 cordones de 3 cm en la parte inferior del soporte) (Operador 2)				X				152,26				
Verificar puntos de suelda	X							45,52				
Colocar en un pallet la estructura completa		X				4 m		28,03				

#### 4.2.10 OTIDA Cuerpo completo de la parada

El proceso de armado del cuerpo completo de la parada consta de 12 actividades, 7 de ellas son operaciones, 1 inspección y 4 transportes. Los operarios emplean un total de 22 metros de recorrido.

Se busca mejorar:

La actividad de afilar electrodo de tungsteno, que utiliza quita mucho tiempo al operador por la distancia que se recorre.

La cantidad de verificaciones de puntos y cordones de suelda.

La distancia de transporte del cuerpo de la parada hacia el área de pulido y limpieza.

Tabla 42.  
*OTIDA cuerpo completo de la parada*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 10		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Cuerpo completo de la parada				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo) Unión de las columnas derecha e izquierda con soporte del vidrio				Actividades:	N°	Actual Tiempo	N°	Propuesta Tiempo	N°	Ahorro Tiempo		
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	7	320,82						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo cuerpo de paradas				Inspecciones	1	42						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	4	203,25						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Demoras								
				Almacenamientos								
				Distancia total necesaria (m)	82 m							
				Tiempo requerido		566,09						
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Calibrar la máquina a 160 amperios				X				24,94				
Afilarse electrodo de tungsteno				X		30 m		110,50			X	
Cargar soporte del vidrio	X					4 m		23,84				
Colocar soporte del vidrio sobre matriz de ensamble				X				14,08				
Cargar columna principal derecha	X					4 m		23,84				
Amar columna principal derecha con soporte del vidrio				X				30,57				
Cargar columna principal izquierda	X					4 m		23,84				
Amar columna principal izquierda con soporte del vidrio				X				33,12				
Soldar columna principal derecha con soporte del vidrio fijandolos a través del Ángulo de apoyo DER				X				51,66				
Soldar columna principal izquierda con soporte del vidrio fijandolos a través del Ángulo de apoyo IZQ				X				55,96				
Verificar puntos de solda	X							42,01				
Transportar cuerpo principal completo hacia el área de pulido		X				40 m		131,73			X	

#### 4.2.11 OTIDA Patas banca izquierda y derecha

Este proceso de soldar las patas de las bancas consta de 10 actividades, 9 de ellas son operaciones y 1 transporte. Los operarios recorren 4 metros en este transporte.

Se busca mejorar:

La actividad de unir estructura en V con la columna de apoyo ya que aquí pasa a un proceso de pulido donde se están desperdiciando muchos insumos (2 discos de desbaste PZ 40 por pata) y regresa al siguiente proceso de solda.

Tabla 43.  
OTIDA patas bancas

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 11 HOJA N° 1			Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>					
Descripción de pieza o producto en transformación: Patas bancas izquierda y derecha			RESUMEN DEL ESTUDIO									
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo)			Actual		Propuesta		Ahorro					
Unión de partes que conforman las patas de las bancas			Actividades:	N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>			Operaciones	9	410,38							
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo bancas			Inspecciones									
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios			Transportes	1	10,43							
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019			Demoras									
			Almacenamientos									
			Distancia total necesaria (m)	4 m								
			Tiempo requerido		420,81							
			Costos: Maquinaria:									
			Mano de Obra:									
			Materiales:									
			TOTAL:									
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Afilado de electrodo de tungsteno				X			110,50					
Calibrar la máquina a 80 amperios				X			24,94					
Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (Operario 1)				X			11,23					
Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (3 puntos de solda a cada lado) (Operario 2)				X			66,13					
Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (Operario 1)				X			11,23					
Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (3 puntos de solda a cada lado) (Operario 2)				X			66,13					
Sostener PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (Operario 1)				X			11,23					
Soldar columna de apoyo: PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (6 puntos a cada lado) (Operario 2)				X			66,13					
Unir estructura en V con columna de apoyo (Solda MIG) (Operario 2)				X			42,86			X		
Colocar la pata completa en un pallet		X				4 m	10,43					

#### 4.2.12 OTIDA Ensamble asientos

Este proceso consta de 7 actividades dentro de las cuales tenemos 6 operaciones y 1 transporte, el recorrido que realiza un operario es 4 m por ciclo de proceso.

Se considera que las actividades de esta operación son todas necesarias y óptimas para el buen desempeño de la misma.

Tabla 44.  
OTIDA *ensamble asientos*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 12_ HOJA N° 1_		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Ensamble asientos		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo)		Actual		Propuesta		Ahorro						
Unión de asientos con tapas de asientos		N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo					
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones	6	265,14								
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo bancas		Inspecciones										
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Transportes	1	29,93								
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019		Demoras										
		Almacenamientos										
		Distancia total necesaria (m)	4 m									
		Tiempo requerido	295,07									
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Afilar electrodo de tungsteno				X				110,63				
Calibrar la máquina a 100 amperios				X				34,46				
Sostener asiento con tapa derecha (Operario 1)				X				11,23				
Soldar asiento con tapa derecha (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)				X				49,79				
Sostener asiento con tapa izquierda (Operario 1)				X				11,23				
Soldar asiento con tapa izquierda (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)				X				49,79				
Colocar el asiento completo en un pallet		X				4 m		29,93				

Tabla 45.  
OTIDA *banca completa*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 13_ HOJA N° 1_		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Banca completa		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo)		Actual		Propuesta		Ahorro						
Unir pata derecha e izquierda con asiento		N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo					
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones	5	220,46								
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo bancas		Inspecciones										
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Transportes	1	19,06								
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019		Demoras										
		Almacenamientos										
		Distancia total necesaria (m)	14 m									
		Tiempo requerido	239,66									
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Calibrar la máquina a 70 amperios				X				24,94				
Sostener pata izquierda sobre el asiento (Operario 1)				X				11,23				
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata izquierda (Operario 2)				X				86,67				
Sostener pata derecha sobre el asiento (Operario 1)				X				11,23				
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata derecha (Operario 2)				X				86,67				
Cargar banca completa hacia el área de pulido		X				14 m		19,94				

#### 4.2.13 OTIDA Patas isquiáticas izquierda y derecha

En este proceso tenemos 7 actividades, 6 de ellas son operaciones y 1 transporte. En total se recorren 4 metros durante el proceso.

Se considera que las actividades de esta operación son todas necesarias y óptimas para el buen desempeño de la misma.

Tabla 46.  
OTIDA patas isquiáticas

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 14		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>				
Descripción de pieza o producto en transformación: Patas isquiáticas izquierdo y derecho				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo)				Actual		Propuesta		Ahorro				
Unión de partes que conforman las patas del apoyo isquiático				N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	6	331,46						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo bancas				Inspecciones								
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	1	10,43						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Demoras								
				Almacenamientos								
				Distancia total necesaria (m)	4 m							
				Tiempo requerido		341,88						
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Afilar electrodo de tungsteno				X				110,50				
Calibrar la máquina a 80 amperios				X				24,94				
Sostener PB AISQ 3 y PB AISQ 4 (Operario 1)				X				11,23				
Soldar PB AISQ 3 y PB AISQ 4 (Operario 2)				X				86,78				
Sostener PB AISQ 4 y PB AISQ 5 (Operario 1)				X				11,23				
Soldar PB AISQ 4 y PB AISQ 5 (Operario 2)				X				86,78				
Colocar la pata completa en un pallet		X				4m		10,43				

#### 4.2.14 OTIDA Ensamble asientos

En este proceso tenemos 7 actividades, 6 de ellas son operaciones y 1 transporte. En total se recorren 4 metros durante el proceso.

Se considera que las actividades de esta operación son todas necesarias y óptimas para el buen desempeño de la misma.

Tabla 47.  
OTIDA *ensamble asientos*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N°_15_		HOJA N°_1_		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>				
Descripción de pieza o producto en transformación: Ensamble asientos				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta		Ahorro				
Unión de asientos con tapas de asientos				N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	6	265,14						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Inspecciones								
Mesa de trabajo bancas				Transportes	1	29,93						
Operario (s) que ejecutan la actividad:				Demoras								
2 operarios				Almacenamientos								
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Distancia total necesaria (m)		Tiempo requerido		Costos: Maquinaria:				
				4 m		295,07		Mano de Obra:				
								Materiales:				
								TOTAL:				
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Afilar electrodo de tungsteno				X				110,63				
Calibrar la máquina a 100 amperios				X				34,46				
Sostener asiento con tapa derecha (Operario 1)				X				11,23				
Soldar asiento con tapa derecha (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)				X				48,79				
Sostener asiento con tapa izquierda (Operario 1)				X				11,23				
Soldar asiento con tapa izquierda (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)				X				48,79				
Colocar el asiento completo en un pallet		X				4 m		29,93				

#### 4.2.15 OTIDA Unión patas con asientos

En este proceso tenemos 6 actividades, 5 de ellas son operaciones y 1 transporte. En total se recorren 4 metros durante el proceso.

Se considera que las actividades de esta operación son todas necesarias y óptimas para el buen desempeño de la misma.

Tabla 48.  
OTIDA apoyo isquiático completo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 16			HOJA N° 1			Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>		
Descripción de pieza o producto en transformación: Apoyo isquiático completo					RESUMEN DEL ESTUDIO							
Actividad del DPO analizada aquí: (descripción y símbolo) Unir pata derecha e izquierda con asiento					Actual		Propuesta		Ahorro			
					N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo		
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>					Operaciones							
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo bancas					Inspecciones							
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios					Transportes		1		18,94			
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019					Almacenamientos							
					Distancia total necesaria (m)		14 m					
					Tiempo requerido		239,66					
					Costos: Maquinaria:							
					Mano de Obra:							
					Materiales:							
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar					
Calibrar la máquina a 70 amperios				X				24,94				
Sostener pata izquierda sobre el asiento (Operario 1)				X				11,23				
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata izquierda (Operario 2)				X				86,67				
Sostener pata derecha sobre el asiento (Operario 1)				X				11,23				
Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata derecha (Operario 2)				X				86,67				
Cargar el apoyo completo hacia el área de pulido		X				14 m		18,94				

### 4.3 Cálculo de la capacidad de cada una de las operaciones

Dentro del proceso de producción de suelda y armado de paradas de buses se desea conocer la capacidad de cada una de las operaciones, para esto se utiliza el tiempo estándar de cada una de ellas y el tiempo disponible en un turno de trabajo tomando en cuenta que una jornada laboral en la planta empieza a las 7:30 am y culmina a las 16:15 pm con un descanso de 45 min.

A través de la siguiente fórmula se calcula la capacidad de las operaciones:

$$\frac{\text{Tiempo disponible } \left(\frac{\text{horas}}{\text{turno}}\right)}{\text{Tiempo estándar de la operación } \left(\frac{\text{horas}}{\text{unidad}}\right)} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Tabla 49.  
Capacidad de las operaciones del proceso de soldadura y armado

CAPACIDAD DE CADA OPERACIÓN	
Operación	Capacidad de la operación (unidades/turno)
Soldar marco externo	27,5
Soldar marco interno	25,5
Unión marco externo e interno	14,9
Soldar costillas	36,8
Soldar viga principal	44,3
Unión costillas y viga principal	19,4
Ensamble techo completo	10,6
Soldar columnas	29,8
Soldar soporte del vidrio	37,3
Unión columnas y soporte del vidrio	38,8
Soldar patas de bancas	57,7
Soldar asiento de bancas	91,4
Unir patas de bancas con asiento	90,7
Soldar patas isquiáticos	70,5
Soldar asiento isquiáticos	91,4
Unir patas de isquiáticos con asiento	90,7

Tomando en cuenta el cuadro anterior y el orden en el que se dan las operaciones dentro de la línea de producción de ensamble junto con los lotes de producción de 10 unidades especificados por parte, se procede a analizar la capacidad que tiene la línea de armado para saber cuántas estructuras completas de paradas se tienen en un día:

Tabla 50.  
Capacidad de la línea

Capacidad de la línea para producir paradas completas		
Día 1	Día 2	Día 3
13 marcos externos (Suelda TIG1)	12 marcos completos (Suelda TIG1) (Todo el día)	<b>10 techos completos (Suelda TIG6)</b>
12 marcos internos (Suelda TIG1)	18 costillas (para 6 paradas)(Suelda TIG2)	
20 vigas principales (Suelda TIG2)	20 vigas principales (Suelda TIG2)	
18 costillas (para 6 paradas)(Suelda TIG2)	12 costillares (Suelda MIG) (Todo el día)	
14 columnas (para 7 paradas)(Suelda TIG3)	14 columnas (para 7 paradas)(Suelda TIG3)	
15 soportes de vidrio (Suelda TIG3)	<b>15 cuerpos de paradas (Suelda TIG3)</b>	
56 patas bancas (para 28 paradas) (Suelda MIG)(Suelda TIG4)(Suelda TIG6)	<b>28 bancas completas (Suelda TIG4)</b>	
45 asientos de bancas (Suelda TIG4)	<b>22 Apoyos isquiáticos completos (Suelda TIG4)</b>	
44 patas isquiáticos ( para 22 paradas) (Suelda TIG5)(Suelda TIG6)	28 columnas (para 7 paradas)(Suelda TIG4)(Todo el día)	
45 asientos de isquiáticos (Suelda TIG5)	30 soportes de vidrio (Suelda TIG3)(Todo el día)	

Tomando en cuenta que para producir una unidad de parada de bus se deben tener: 1 cuerpo de la parada, una banca, un apoyo isquiático y un techo completo. Pasamos a describir la tabla 50:

El día 1 las 6 sueldas TIG trabajan en los sub ensambles descritos cada suelda trabaja medio día en una operación. El día 2 se empiezan a completar las partes pero todavía no se tienen techos completos ya que únicamente existe 1 puesto de trabajo especializado en el marco del techo, recién el día 3 se completan los 10 techos completos, y se puede calcular la capacidad diaria.

Finalmente luego de analizar la capacidad de cada una de las operaciones se toma en cuenta que luego de 3 días de suelda repartiendo equitativamente el trabajo y utilizando todas las máquinas de suelda disponibles podemos concluir que cada 3 días se producen 10 estructuras de paradas de bus, es decir la capacidad de la línea por día es de 3.33 unidades.

#### **4.4 Análisis causa raíz del problema**

El problema principal dentro de la línea de producción de paradas de buses es no poseer un método único y estandarizado de fabricación en el proceso de armado y suelda de este producto. De igual manera al ser un producto nuevo el que se empezó a fabricar, se inició realizando las operaciones dentro de este proceso de una manera en específico y no se han realizado mejoras ni consideraciones las cuales agilicen y faciliten la manera en la que trabajan los operadores, por esto la línea presenta distintos desperdicios y errores los cuales hacen que esta sea poco productiva y tenga desperdicios dentro de ella.

Para un mayor entendimiento sobre los problemas de fabricación existentes se procede a realizar un análisis de la causa raíz de los problemas a través de un diagrama espina de pescado y posteriormente analizar datos recogidos durante la primera etapa del proyecto, que consta de 61 paradas, estos datos se

mostrarán a continuación dentro de la clasificación de los desperdicios encontrados en el proceso de armado y suelda.

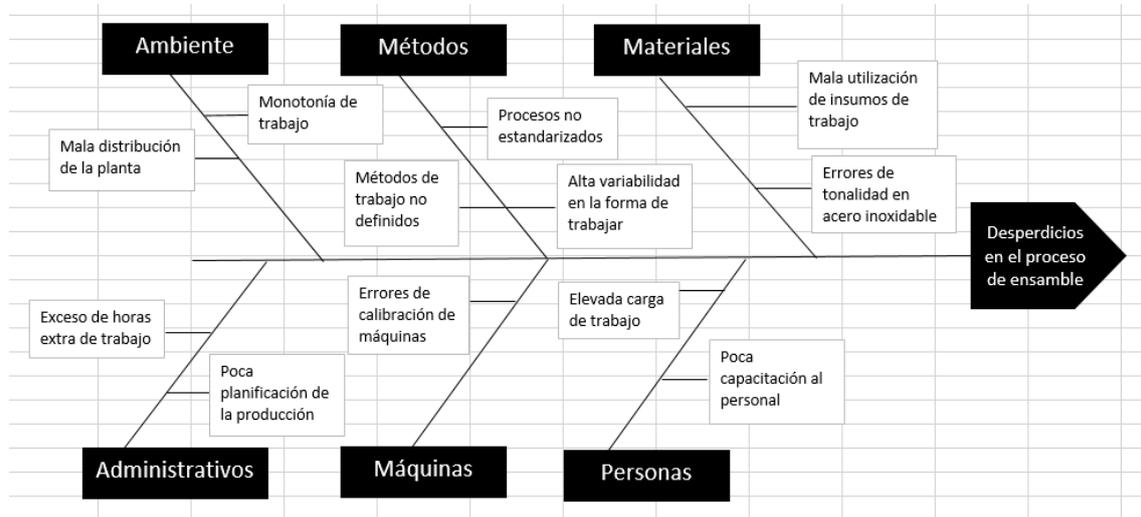


Figura 35. Diagrama espina de pescado con análisis causa raíz del problema

**Estos desperdicios son:**

**Defectos por errores de calidad en cuanto al acabado del producto final**

En estas imágenes se puede apreciar el acabado del prototipo del producto, este prototipo fue aprobado por el cliente a inicios del proyecto.

El acabado cuenta con los siguientes requerimientos:



*Figura 36.* Acabado de las esquinas del marco del techo



*Figura 37.* Acabado de la parte inferior del marco del techo

- No se debe apreciar ningún punto de soldadura en las partes a unirse.
- La tonalidad de las piezas de acero inoxidable debe ser la misma a lo largo de toda la estructura.
- Las piezas ensambladas deben cuadrar de manera exacta reflejando exactitud con el modelo diseñado previamente.
- Los cortes de las piezas deben estar realizados de manera que estas encajen unas con otras de manera precisa.

- Las piezas deben estar armadas y selladas de tal manera que el techo de la parada proteja al usuario totalmente en caso de lluvia.

Un defecto frecuente que ocurre en la línea, es el de corregir los puntos de suelda mal realizados en las esquinas de los techos, siendo el material de estos un tool de espesor 0.9 mm, el proceso se vuelve delicado si la máquina de suelda no está bien calibrada y si el operario no posee un buen pulso y el conocimiento necesario para hacerlo, es por esto que muchas veces se forman puntos de suelda visibles en la pieza. También existen ocasiones que las piezas a unir no coinciden, aquí el soldador al empezar a unir las piezas forma huecos en el material los cuales luego deben ser rellenados en el siguiente puesto de trabajo. Es por esto que resulta una complicación para el soldador este proceso hasta que se encuentre totalmente calificado.

En las siguientes imágenes se puede apreciar los errores de acabado dentro del producto:



*Figura 38.* Errores de suelda en las esquinas del marco del techo



*Figura 39. Errores de suelda en las tapas de las costillas*

- 6 de cada 10 paradas presentan errores de suelda en las esquinas de los techos, lo cual provoca que el operador tenga que corregir esos errores devolviendo el producto a la mesa de trabajo.
- Se registró que dentro de un lote de 50 costillas, 27 presentaban errores de suelda y mal armado de partes.

### **Sobre- procesamientos o procesos inapropiados que derivan en un desperdicio elevado de insumos**

Dentro de la fabricación de este producto también se puede apreciar que en el puesto de trabajo de pulido se está teniendo un consumo alto de discos de desbaste, en las patas de las bancas de las paradas existen 2 cordones realizados con suelda MIG, estos 2 cordones se los pule utilizando 2 discos de desbaste PZ 40, lo cual provoca que se tenga que utilizar alrededor de 4 discos en una banca.

- 122 patas de bancas pasaron por este proceso, es decir se consumieron 244 discos de desbaste PZ 40.

### **Re- trabajos por descuido o falta de conocimiento de los operadores y operarios**

En ciertas piezas los ensambles realizados por los trabajadores estaban mal hechos, es decir mal armados según el diseño realizado previamente, lo cual generaba que se corrijan las piezas o en muchas ocasiones clasificarlas como “producto no conforme” y pasaban a ser chatarra.

- Este re- trabajo, durante la primera etapa sucedió en 7 vigas principales y 4 costillas, las cuales fueron clasificadas como producto no conforme.

### **Esperas y tiempo perdido por operaciones innecesarias**

La materia prima utilizada que es el acero inoxidable AISI 304 en láminas o planchas, viene con un recubrimiento de plástico a lo largo de toda su superficie, y entra a los procesos de corte y doblado con este plástico para cuidar su integridad. Al llegar al proceso de suelda y armado se observó que si no se retira ese plástico al momento de fundir las piezas, el plástico se derrite y crea manchas en el acero que posteriormente son muy difíciles de removerlas. Es por esto que al inicio de cada proceso los operadores en sus puestos de trabajo tienen que remover el plástico de las partes donde va a ir la suelda generando mucho tiempo operativo perdido, es decir que no agrega valor.

- Esta operación se la realiza en todas las partes que estéticamente deben tener un alto grado de calidad, es decir en los techos, costillas y parantes. Siendo un total de 61 paradas en la primera etapa, los operadores removieron plástico en un total de 488 partes.

### **Transportes innecesarios por defectos en el producto**

Estos transportes suceden mucho en el puesto de suelda y armado de techos. Como se mencionó anteriormente, los errores en los puntos de suelda deben corregirse y esto lo realiza el mismo operario que fabricó el techo, cada techo que presente estos errores debe volver al puesto de trabajo donde se ocasionó el error y luego ser transportado al siguiente proceso de ensamble. Aquí se genera mucho recorrido innecesario de la parte producida.

- Siendo 6 de cada 10 techos los que presentan estos errores, estos 6 techos deben volver a la estación de trabajo donde se generó este error y generando un transporte innecesario de 216 metros solo en esa operación, en ocasiones las correcciones se daban hasta en 2 ocasiones.

### **Otros errores encontrados en la línea de producción fueron**

- Medidas de las piezas inadecuadas que generaban problemas de ensamble.
- Problemas de doblez en las piezas lo cual generaba que el operador las corrija.
- Problemas de tonalidad en las piezas por error de fabricación del proveedor de acero inoxidable.

Teniendo estos errores una frecuencia elevada se procede a hacer un diagrama de Pareto para centrarnos en los problemas vitales:

Tabla 51.  
Desperdicios y frecuencia de ocurrencia

Desperdicios dentro de la línea de producción.					
Descripción del desperdicio	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	% Acumulado	
Sobre- procesamiento (Desperdicio elevado de insumos).	122	33%	122	33%	
Defectos (Errores en los puntos de suelda).	117	32%	239	65%	
Transportes (Traslado excesivo de producto defectuoso).	56	15%	295	81%	
Defecto (Problemas de tonalidad en las piezas).	22	6%	317	87%	
Defecto (Problemas de dobléz).	20	5%	337	92%	
Defecto (Medidas inadecuada en las partes).	17	5%	354	97%	
Re- trabajos (Ensamble no adecuado de las partes).	11	3%	365	100%	
	365	100%			

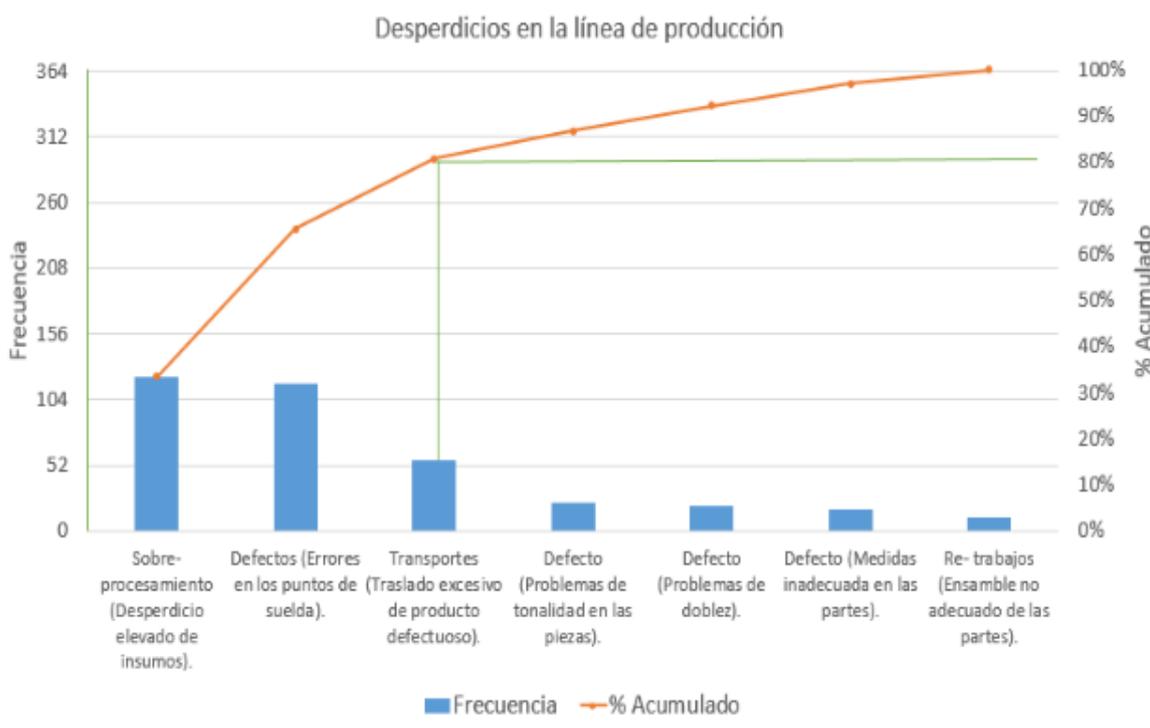
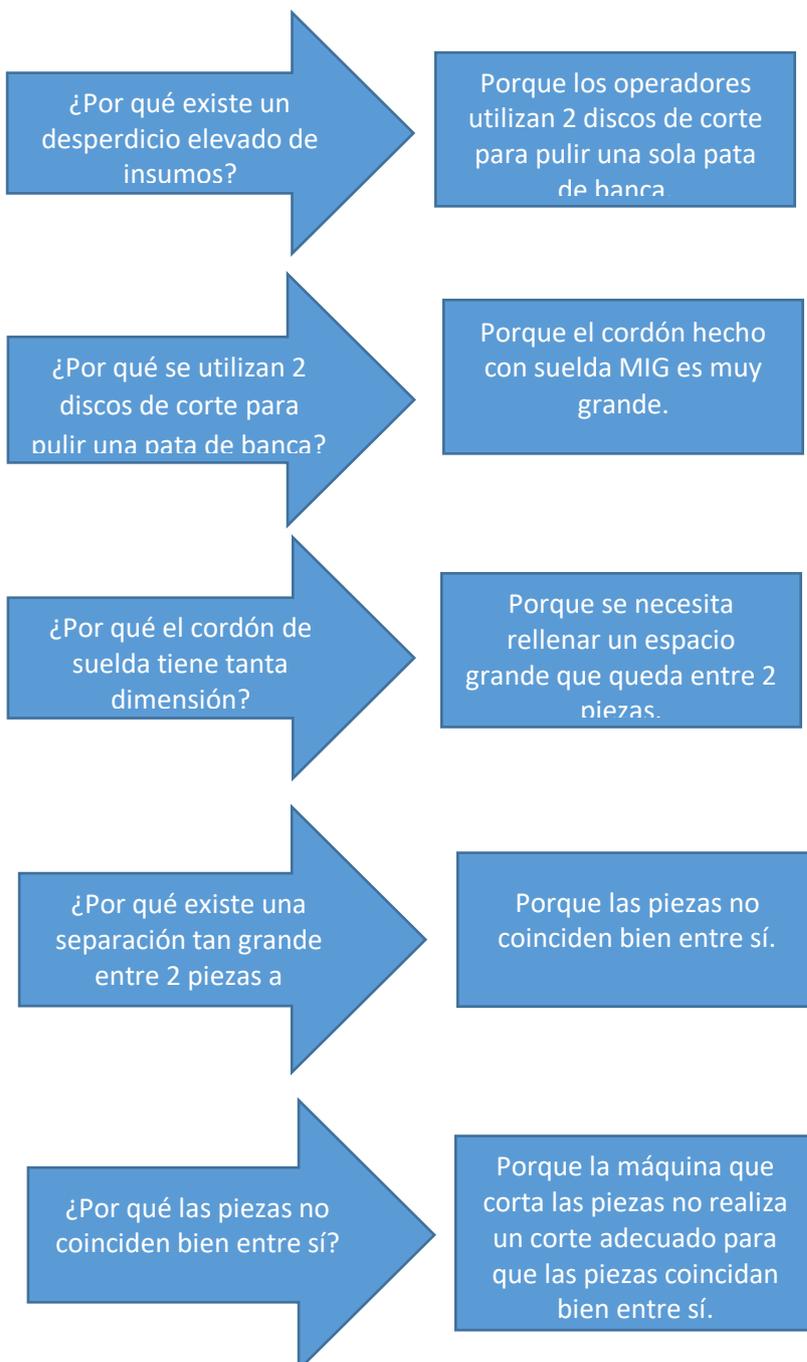


Figura 40. Diagrama de Pareto de los desperdicios en la línea

Analizando el diagrama de Pareto realizado, se puede observar que los desperdicios que causan mayores consecuencias y residen en mayor cantidad de ocurrencia dentro de la línea de producción son: Sobre-procesamiento (Desperdicio elevado de insumos), defectos (Errores en los puntos y cordones de suelda) y transportes (Traslado excesivo de producto defectuoso y de producto en proceso).

Estos problemas se dan también ya que no se posee un método definido para su instrucción de trabajo y se procederá a realizar un método estandarizado con un diseño que ataque principalmente a estos errores. La intención de realizar estas instrucciones de trabajo es para pasar de la parte empírica al control completo del proceso.

### **Análisis de los 5 porqués para el desperdicio de sobre procesamiento**



*Figura 41. Análisis de los 5 porqués para el desperdicio de sobre procesamiento*

### Análisis de los 5 porqués para el desperdicio de defectos

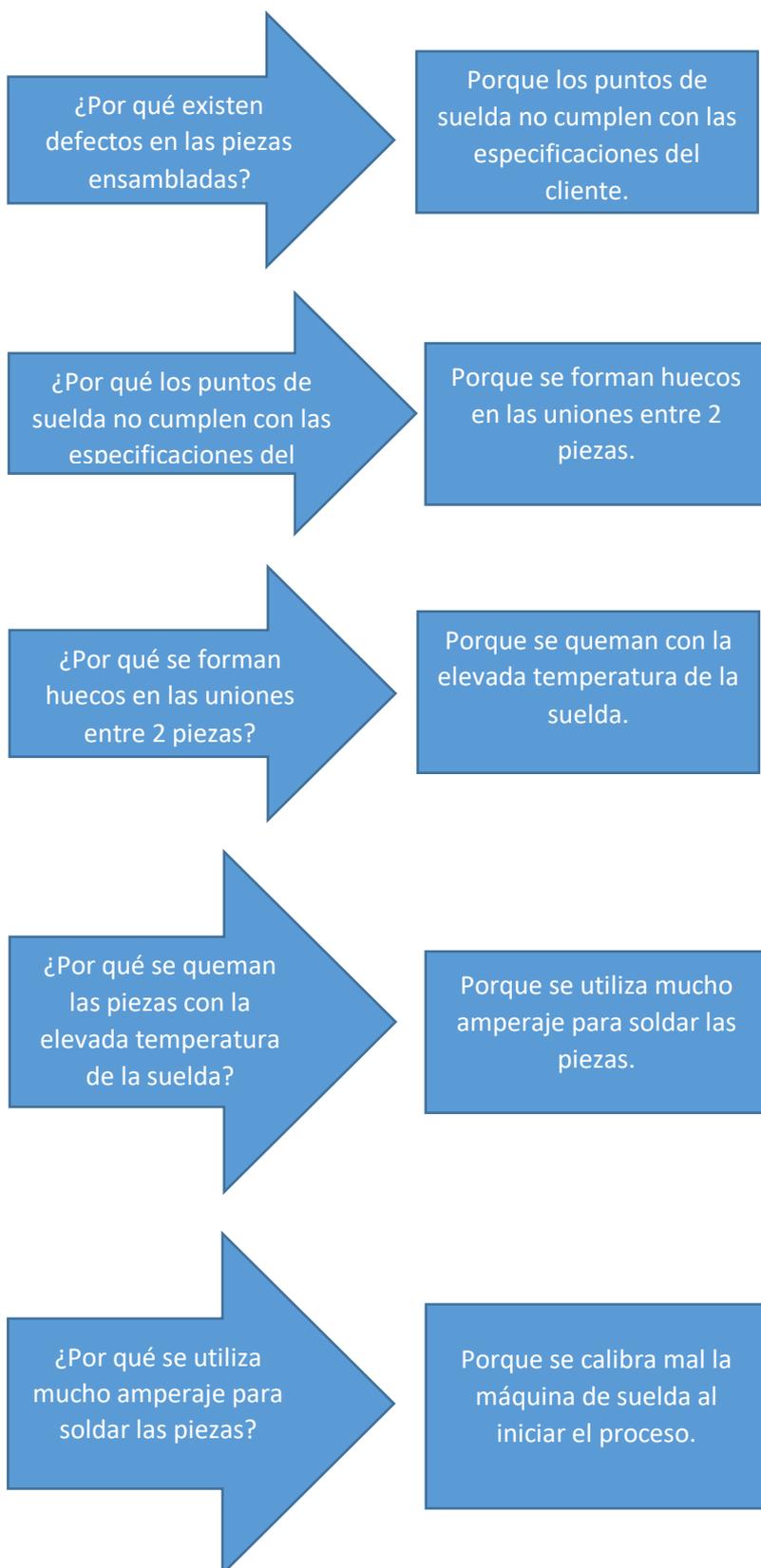


Figura 42. Análisis de los 5 porqués para el desperdicio de defectos

Para encontrar la causa raíz de los desperdicios que tienen más incidencia dentro del proceso, se realizó un análisis de los 5 por qué y de esta manera se concluyó que las causas de estos desperdicios son: corte no adecuado en las piezas metálicas para el desperdicio de sobre procesamiento y mala calibración de las máquinas para el desperdicio de defectos.

En cuanto al desperdicio de transporte este se eliminará una vez que la maquinaria esté bien calibrada.

La propuesta de mejora se realizará basándose en corregir estos problemas y así reducir la frecuencia con la que ocurren estos problemas.

## **5. PROPUESTA DE MEJORA**

La propuesta de mejora busca dirigir soluciones hacia los problemas evidenciados durante la descripción del problema y durante el análisis del trabajo descrito en el anterior capítulo, el reducir los desperdicios antes mencionados ayudará a la línea de producción a tener un mejor rendimiento, aumentar su productividad y aumentar su capacidad de producción. Las mejoras están enfocadas en cada operación donde se encontraron fallos y se busca diseñar nuevos métodos de trabajo haciendo pequeños cambios los cuales brinden ahorro tanto de tiempos, ahorro de materiales y ahorro de carga de trabajo para los operarios.

### **5.1 Propuesta de nuevos métodos**

#### **5.1.1 Propuesta de método para soldar el marco externo**

En la operación de soldar el marco externo del techo se combinan las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, es decir un operario afila el electrodo mientras el otro prepara el material a soldarse, con esta combinación de trabajo se reduciría un tiempo de 84 segundos a toda la operación. De igual manera se busca hallar una calibración óptima de la máquina de suelda en cuanto al amperaje utilizado, se propone cambiar de 120 amperios, cantidad con la cuál se están generando orificios en cada punto de suelda, a 100 amperios. Con esto los reprocesos por errores estéticos en la suelda se eliminarían, adicional se agregó un control de calidad luego de cada actividad de soldadura en las esquinas y uniones del marco externo el cual lo realizaría el ayudante de suelda. Para solucionar los problemas de estructuración se aumentaron los puntos de suelda en cada unión de 7 a 10 puntos con los cuales las piezas se mantendrán unidas durante la manipulación y durante los otros procesos por los cuales pase el marco externo. Finalmente se propone asignar

un operador para que remueva el plástico protector y se dedique solamente a esta operación para que el tiempo de demora en preparaciones de material se elimine y el soldador y su ayudante enfoquen su trabajo unicamente en las actividades que agregan valor. Asignando un operario a esta actividad ahorraria un tiempo de 306.86 segundos a la operación. Con todas estas mejoras el tiempo normal de la operación se disminuiría de 813.30 a 506.44 segundos.

Tabla 52.  
Propuesta OTIDA marco externo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA N° 1_ HOJA N° 1_		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Marco externo del techo		Actividades:		Actual		Propuesta		Ahorro				
Actividad del DPO analizada aquí: Solda y armado del marco externo		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Operaciones	12	363,1	11	280,26	1	N/A				
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de solda de techos		Inspecciones	1	112,24	5	112,25		N/A				
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Transportes	2	113,77	2	113,93		N/A				
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/05/2019		Demoras	1	253,39				253,39				
		Almacenamientos	1		1							
		Distancia total necesaria (m)	20 m		16 m		4 m					
		Tiempo requerido		813,30		506,44		306,86				
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibración de la máquina a 100 amperios					X			22,86				
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo (operario 1) y afilar electrodo de tungsteno (operario 2)		X				10 m		84,53				
Sostener 2 piezas que forman el frente del techo (Operador 1)					X			11,23				
Soldar frente del techo: Estructura ANT exterior IZQ y Estructura ANT exterior DER (10 puntos de solda) (Operador 2)					X			40,25				
Verificar puntos de solda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener 2 piezas que forman la espalda del techo (Operador 1)					X			11,23				
Soldar espalda del techo: Estructura POST exterior IZQ y Estructura POST exterior DER (10 puntos de solda) (Operador 2)					X			40,25				
Verificar puntos de solda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener frente del techo con pieza lateral derecha (Operador 1)					X			11,23				
Soldar estructura externa lateral derecha con el frente del techo (10 puntos de solda)					X			40,25				
Verificar puntos de solda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener pieza lateral izquierda con el frente del techo (Operador 1)					X			11,23				
Soldar estructura externa lateral izquierda con el frente del techo (10 puntos) (Operador 2)					X			40,25				
Verificar puntos de solda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener espalda del techo con el resto del cuerpo (Operador 1)					X			11,23				
Soldar espalda con el resto del cuerpo (10 puntos en cada esquina) (Operador 2)					X			40,25				
Verificar puntos de solda (Control de calidad)	X							22,45				
Cargar marco externo y colocarlo a 3 metros de la mesa de trabajo		X				6 m		29,40				

### 5.1.2 Propuesta de método para soldar el marco interno

En la operación de soldar el marco interno del techo se combinan las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, es decir un operario afila el electrodo mientras el otro prepara el material a soldarse, con esta combinación de trabajo se reduciría un tiempo de 84 segundos a toda la operación. De igual manera se busca hallar una calibración óptima de la máquina de suelda en cuanto al amperaje utilizado, se propone cambiar de 100 amperios, cantidad con la cuál se están generando orificios en cada punto de suelda, a 80 amperios. Con esto los reprocesos por errores estéticos en la suelda se eliminarían, adicional se agregó un control de calidad luego de cada actividad de soldadura en las esquinas y uniones del marco externo el cual lo realizaría el ayudante de suelda. Para solucionar los problemas de estructuración se aumentaron los puntos de suelda en cada unión de 7 a 10 puntos con los cuales las piezas se mantendrán unidas durante la manipulación y durante los otros procesos por los cuales pase el marco externo. Finalmente se propone asignar un operador para que remueva el plástico protector y se dedique solamente a esta operación para que el tiempo de demora en preparaciones de material se elimine y el soldador y su ayudante enfoquen su trabajo unicamente en las actividades que agregan valor. Asignando un operario a esta actividad ahorraria un tiempo de 306.62 segundos a la operación. Con todas estas mejoras el tiempo normal de la operación se disminuiría de 837.97 a 567.35 segundos.

Tabla 53.  
Propuesta OTIDA marco interno

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>												
DIAGRAMA N°_2_ HOJA N°_1_		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Marco interno del techo		Actividades:		Actual		Propuesta		Ahorro				
Actividad del DPO analizada aquí:		N°	Tiempo	N°	Tiempo	N°	Tiempo					
Suelda y armado del marco interno		Operaciones	12	410,81	11	327,66		83,15				
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Inspecciones	1	112	5	112,25						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de suelda de techos		Transportes	2	113,77	2	127,44						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Demoras	1	253,39			1	253,39				
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019		Almacenamientos	1		1							
		Distancia total necesaria	20 m		16 m		4 m					
		Tiempo requerido		873,97		567,35		306,62				
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibración de la máquina a 80 amperios					X			22,86				
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo (operario 1) y afilar electrodo de tungsteno (operario 2)		X				10 m		84,53				
Sostener 2 piezas que forman el frente interno del techo (operador 1)					X			11,23				
Soldar frente interno del techo: Estructura FTE interna IZQ y Estructura FTE interna DER (10 puntos de suelda) (operador 2)					X			49,73				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener 2 piezas que forman la espalda interna del techo (operador 1)					X			11,23				
Soldar espalda interna del techo: Estructura POST interna IZQ y Estructura POST interna DER (10 puntos de suelda) (operador 2)					X			49,73				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener frente del techo con Estructura lateral interna DER (operador 1)					X			11,23				
Soldar Estructura lateral interna DER con el frente interno del techo (10 puntos de suelda)					X			49,73				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener Estructura lateral interna IZQ con el frente del techo (operador 1)					X			11,23				
Soldar Estructura lateral interna IZQ con el frente interno del techo (10 puntos) (operador)					X			49,73				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							22,45				
Sostener espalda interna del techo con el resto del cuerpo (operador 1)					X			11,23				
Soldar espalda interna con el resto del cuerpo (10 puntos en cada esquina) (operador 2)					X			49,73				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							22,45				
Cargar marco interno y colocarlo a 3 metros de la mesa de trabajo		X				6 m		42,91				

### **5.1.3 Propuesta de método para unir el marco externo con el marco interno**

En la operación de soldar el marco interno con el marco externo del techo se combinan las actividades de sostener las esquinas con playos de presión y de colocar playos de presión en el centro de cada estructura del marco del techo, es decir tanto ayudante como soldador aseguran de una vez todos los puntos a soldarse, se utilizarían únicamente 4 playos de presión más y se evitarían movimientos innecesarios, con esto la operación se reduce un tiempo estimado de 139.41 segundos. Adicional a esto se busca agregar un control de calidad al final del proceso, para verificar que la cantidad de puntos de soldadura sea la adecuada y que las partes estén bien fundidas entre sí, cabe recalcar que aquí no se producen errores estéticos ya que los puntos realizados no son visibles en la estructura. Con esta mejora a pesar de que se aumentaría una actividad que eleva el tiempo en un aproximado de 30 segundos se eliminan reprocesos por errores de estructuración. Con todas estas mejoras el tiempo normal de la operación se reduciría de 1472.52 a 1363.52 segundos.

Tabla 54.  
Propuesta OTIDA marco completo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 3			HOJA N° 1			Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Marco completo del techo				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:				Actual		Propuesta		Ahorro				
Unión de marco interno y externo				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	24	1281,61	23	1168,01	1			
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de suelda de techos				Inspecciones			1	30				
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	2	165,24	2	165,51				
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019				Demoras								
				Almacenamientos	1		1					
				Distancia total necesaria	22 m		22 m					
				Tiempo requerido		1472,52		1363,52		109,00		
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibración de la máquina a 80 amperios				X			22,86					
Colocar marco externo sobre marco interno	X					6 m	112,33					
Sostener esquinas con playos de presión (Operador 1)					X		139,01					
Colocar playos de presión en el centro de cada estructura del marco del techo (Frente, espalda, lateral derecho y lateral izquierdo). (Operador 2)				X			22,93					
Fundir esquina 1 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X			25,01					
Fundir esquina 2 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X			22,93					
Fundir esquina 3 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X			25,01					
Fundir esquina 4 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)				X			141,38					
Fundir 6 cordones de 2 cm en el frente del techo (Operador 2)				X			141,38					
Fundir 6 cordones de 6 cm en la espalda del techo (Operador 2)				X			76,08					
Fundir 3 cordones en el lado derecho del techo (Operador 2)				X			76,08					
Fundir 3 cordones en el lado izquierdo del techo (Operador 2)				X			22,86					
Calibración de la máquina a 180 amperios				X			11,23					
Sostener Estructura FTE superior DER (Operador 1)				X			71,10					
Soldar Estructura FTE superior DER (15 puntos)(Operador 2)				X			11,23					
Sostener Estructura FTE superior IZQ (Operador 1)				X			71,10					
Soldar Estructura FTE superior IZQ (15 puntos) (Operador 2)				X			11,23					
Sostener Estructura lateral SUPERIOR DER (Operador 1)				X			50,35					
Soldar Estructura lateral SUPERIOR DER (13 puntos)				X			11,23					
Sostener Estructura lateral SUPERIOR IZQ (Operador 1)				X			50,35					
Soldar Estructura lateral SUPERIOR IZQ (Operador 2)				X			11,23					
Sostener Estructura POST/FTE superior IZQ (Operador 1)				X			71,10					
Soldar Estructura POST/FTE superior IZQ (15 puntos) (Operador 2)				X			11,23					
Sostener Estructura POST/FTE superior DER (Operador 1)				X			71,10					
Soldar Estructura POST/FTE superior DER (15 puntos) (Operador 2)				X			11,23					
Cargar techo completo y colocarlo en el siguiente puesto de trabajo	X					16 m	53,18					
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X						30					

#### **5.1.4 Propuesta de método para soldar costillas**

En la operación de soldar costillas se combinan las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, es decir un operario afila el electrodo mientras el otro prepara el material a soldarse, con esta combinación de trabajo se reduciría un tiempo aproximado de 25 segundos a toda la operación. De igual manera se busca hallar una calibración óptima de la máquina de suelda en cuanto al amperaje utilizado, se propone cambiar de 100 amperios, cantidad con la cuál se estan generando orificios en cada punto de suelda, a 80 amperios. Con esto los reprocesos por errores estéticos en la suelda se eliminarían. Finalmente se propone asignar un operador para que remueva el plástico protector y se dedique solamente a esta operación para que el tiempo de demora en preparaciones de material se elimine y el soldador y su ayudante enfoquen su trabajo unicamente en las actividades que agregan valor. Asignando un operario a esta actividad ahorraria un tiempo de 39 segundos a la operación. Con todas estas mejoras el tiempo normal de la operación se disminuiría de 609.51 a 545.89 segundos.

Tabla 55.  
Propuesta OTIDA costilla del techo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>												
DIAGRAMA N° 4 HOJA N° 1		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Costillas del techo		Actividades:		Actual		Propuesta		Ahorro				
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Actividad del DPO analizada aquí:		Operaciones	12	471,97	13	421,30			50,67			
Suelta y armado de costillas		Inspecciones	1	33,09	1	33,64						
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Transportes	2	66,08	2	90,95						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Demoras	1	38,37				1	38,37			
Mesa de trabajo de armado de vigas y costillas		Almacenamientos	2					2				
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Distancia total necesaria (m)	15 m		11 m			4 m				
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11 /06/2019		Tiempo requerido		609,51		545,89			63,62			
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibración de la máquina a 80 amperios					X			22,86				
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo y afilar electrodo de tungsteno		X				5 m		51,10				
Colocar costillar en V sobre una matriz					X			33,81				
Sostener tapa costilla 1 en el frente del costillar en V (operario 1)					X			25,01				
Soldar tapa costilla 1 con el frente del costillar en V (8 puntos de suelda) (operario 2)					X			26,43				
Sostener tapa costillas 2 en la parte posterior del costillar en V (operario 1)					X			25,01				
Soldar tapa costilla 2 con la parte posterior del costillar en V (8 puntos de suelda) (operario 2)					X			26,43				
Sostener placa costillas en la parte del frente superior del costillar en V (operario 1)					X			25,01				
Soldar placa costillas en la parte del frente superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)					X			62,24				
Sostener placa costillas en la parte media superior del costillar en V (operario 1)					X			25,01				
Soldar placa costillas en la parte media superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)					X			62,24				
Sostener placa costillas en la parte trasera superior del costillar en V (operario 1)					X			25,01				
Soldar placa costillas en la parte trasera superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)					X			62,24				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							33,64				
Colocar costillas en pallet para el siguiente proceso de ensamble		X				6 m		39,85				

### 5.1.5 Propuesta de método para soldar viga principal

En la operación de soldar la viga principal se combinan las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, es decir un operario afila el electrodo mientras el otro prepara el material a soldarse, con esta combinación de trabajo se reduciría un tiempo aproximado de 35 segundos a

toda la operación. También se propone asignar un operador para que remueva el plástico protector y se dedique solamente a esta operación para que el tiempo de demora en preparaciones de material se elimine y el soldador y su ayudante enfoquen su trabajo únicamente en las actividades que agregan valor. Asignando un operario a esta actividad ahorraría un tiempo de 39 segundos a la operación. Finalmente se propone realizar en lugar de 2 cordones de suelda en los lados de las tapas superiores de la viga, 2 puntos de suelda a cada lado de la tapa, ya que esta no necesita tanta resistencia, con esto se reduciría el tiempo de la operación aproximadamente 35 segundos. Con todas estas mejoras el tiempo normal de la operación se disminuiría de 510.38 a 404.88 segundos.

Tabla 56.  
Propuesta OTIDA viga principal

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA N° 5		HOJA N° 1										
Descripción de pieza o producto en transformación: Viga principal del techo		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Actividad del DPO analizada aquí: Solda y armado de viga principal del techo		Actual		Propuesta		Ahorro						
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Actividades:	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo				
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo de armado de vigas y costillas		Operaciones	12	393,97	11	294,76		99,21				
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Inspecciones			1	15,00						
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019		Transportes	2	78,20	2	95,12						
		Demoras	1	38,21				38,21				
		Almacenamientos	1		1							
		Distancia total necesaria (m)	13 m									
		Tiempo requerido	510,38		404,88		105,50					
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibración de la máquina a 120 amperios					X			22,86				
Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo y afilar electrodo de tungsteno		X				5 m		51,44				
Colocar alma refuerzo de la viga dentro de Viga SIMPLE IZQ y Viga SIMPLE DER (operador 1)					X			25,25				
Soldar alma refuerzo de la viga con Viga SIMPLE DER y Viga SIMPLE IZQ (2 cordones de suelda a cada lado superior) (operario 2)					X			42,35				
Sostener tapa viga lateral derecha contra la viga principal (operario 1)					X			25,01				
Soldar tapa viga lateral derecha con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)					X			34,13				
Sostener tapa viga lateral izquierda contra la viga principal (operario 1)					X			25,01				
Soldar tapa viga lateral izquierda con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)					X			34,13				
Sostener tapa viga superior izquierda contra la viga principal (operario 1)					X			25,01				
Soldar tapa viga superior izquierda con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)					X			18,00				
Sostener tapa viga superior derecha contra la viga principal (operario 1)					X			25,01				
Soldar tapa viga superior derecha con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)					X			18,00				
Verificar puntos de suelda (Control de calidad)	X							15,00				
Colocar viga principal completa en pallet para el siguiente proceso de ensamble		X				4 m		43,68				

### **5.1.6 Propuesta de método para soldar el techo completo**

En el proceso de soldar el techo completo (unir marco completo con el costillar), se agregó un control de calidad luego de la primera actividad de soldadura con la finalidad de que se hayan realizado bien los cordones de suelda antes de girar el techo y así evitar reprocesos que es lo que más sucede durante esta operación. Esta actividad reduce el tiempo de inspecciones y disminuye un aproximado de 20 segundos al tiempo normal de toda la operación.

Tabla 57.  
Propuesta OTIDA techo completo

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>												
DIAGRAMA N° 7		HOJA N° 1		RESUMEN DEL ESTUDIO								
Descripción de pieza o producto en transformación: Techo completo				Actual		Propuesta		Ahorro				
Actividad del DPO analizada aquí: Unión del costillar con el marco del techo completo				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Operaciones	9	1798,16	9	1798,16				
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo giratoria para ensamble de techos				Inspecciones	1	68,14	2	50,00	18,14			
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	3	102,68	3	102,68				
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019				Demoras								
				Almacenamientos								
Distancia total necesaria (m)				36 m			36m					
Tiempo requerido					1968,98		1950,84		18,13			
Costos: Maquinaria:												
Mano de Obra:												
Materiales:												
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar					
Calibrar la máquina a 160 amperios				X				24,46				
Afilar tungsteno				X		20 m		74,63				
<del>Cargar el costillar y colocarlo sobre la mesa</del>												
Cargar el marco del techo completo y colocarlo alrededor del costillar		X				4 m		30,31				
Fijar a 20 cm de distancia cada costilla externa de los lados laterales del marco del techo				X				39,69				
Asegurar a través de cuerdas con apretadores el costillar al marco del techo				X				176,16				
Soldar a cada lado de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de suelda de 3 cm)				X				750,74				
Verificar puntos de suelda	X							25,00				
Girar la mesa				X				29,13				
Soldar la parte interna de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de suelda de 4 cm)				X				542,52				
Verificar puntos de suelda	X							25,00				
Girar la mesa				X				29,13				
Retirar amarras				X				131,70				
Cargar el techo completo al área de pulido		X				10 m		47,23				

### 5.1.7 Propuesta de método para soldar las columnas del cuerpo de la parada

En la operación de soldar las columnas se combinan las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, es decir un operario afila el electrodo mientras el otro prepara el material a soldarse, con esta combinación de trabajo se reduciría un tiempo de 35 segundos a toda la operación. También se propone asignar un operador para que remueva el

plástico protector y se dedique solamente a esta operación para que el tiempo de demora en preparaciones de material se elimine y el soldador y su ayudante enfoquen su trabajo únicamente en las actividades que agregan valor. Asignando un operario a esta actividad ahorraría un tiempo aproximado de 38 segundos a la operación. Finalmente se propone que el aumento se suelde sin tapa a la columna, con puntos internos, para que se eviten reprocesos de corrección de puntos y que disminuyan los problemas estéticos, luego de soldar este aumento se colocaría la tapa y se soldaría con 2 puntos externos, esta mejora ahorraría alrededor de 25 segundos sin contar los reprocesos. Con todas estas mejoras el tiempo normal de la operación se disminuiría de 786.85 a 688.07 segundos.

Tabla 58.  
*Propuesta OTIDA columnas*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>						
DIAGRAMA N° 8_		HOJA N° 1_		RESUMEN DEL ESTUDIO								
Descripción de pieza o producto en transformación: Columna principal izquierda y derecha del cuerpo de la parada				Actual		Propuesta		Ahorro				
Actividad del DPO analizada aquí: Unión de las piezas que conforman la columna.				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Operaciones	10	662,47	9	637,20	1	25,27		
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo cuerpo de paradas				Inspecciones	1	23,00	1	22,84				
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	2	63,32	1	28,03	1	35,29		
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 31/05/2019				Demoras	1	38,21				38,09		
				Almacenamientos	1		1					
				Distancia total necesaria (m)	38 m		34 m		4 m			
				Tiempo requerido		786,85		688,07		98,78		
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet					X							
Calibrar la máquina a 160 amperios					X			24,94				
Affilar electrodo de tungsteno y colocar materiales sobre la mesa de trabajo					X	30 m		110,50				
Colocar 4 prensas a lo largo de la columna principal para obtener el cierre requerido para que la tapa ingrese adecuadamente					X			75,59				
Pasar tapa columna principal a lo largo de la columna principal (Operador 1)					X			169,13				
Soldar esquinas inferiores de la tapa con la columna (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)					X			55,69				
Soldar esquinas superiores de la tapa con la columna principal (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)					X			60,33				
Sostener placa superior (Operador 1)					X			25,01				
Soldar placa superior con columna principal (fundir todo el perímetro de la placa) (Operador 2)					X			68,02				
Soldar aumento de columna sin tapa a la columna principal (Operador 2) y posteriormente colocar la tapa del aumento (Operador 2)					X			47,99				
Verificar puntos de suelda	X							22,84				
Colocar la columna completa sobre un pallet		X				4 m		28,03				

### **5.1.8 Propuesta de método para soldar el soporte del vidrio del cuerpo**

En la operación de soldar el soporte del vidrio se combinan las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo, es decir un operario afila el electrodo mientras el otro prepara el material a soldarse, con esta combinación de trabajo se reduciría un tiempo de 35 segundos a toda la operación. También se propone asignar un operador para que remueva el plástico protector y se dedique solamente a esta operación para que el tiempo de demora en preparaciones de material se elimine y el soldador y su ayudante enfoquen su trabajo únicamente en las actividades que agregan valor. Asignando un operario a esta actividad ahorraría un tiempo aproximado de 38 segundos a la operación. Con todos estos cambios el tiempo normal de la operación se disminuiría de 606.23 a 532.73 segundos.

Tabla 59.  
Propuesta OTIDA soporte del vidrio

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO											
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>							
DIAGRAMA N° 9		HOJA N° 1									
Descripción de pieza o producto en transformación: Soporte del vidrio del cuerpo de la parada		RESUMEN DEL ESTUDIO									
Actividades:		Actual		Propuesta		Ahorro					
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo				
Operaciones		12	497,40	10	459,18	2	38,22				
Inspecciones		1	46,00	1	45,52						
Transportes		2	63,32	1	28,03	1	35,29				
Demoras											
Almacenamientos											
Distancia total necesaria (m)		38 m		34 m		4 m					
Tiempo requerido			606,23		532,73		73,50				
Costos: Maquinaria:											
Mano de Obra:											
Materiales:											
Elaborado por: David Aguirre		Fecha: 11/06/2019									
Descripción de la actividad	Tipo de actividad				Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Clasificar el material y colocarlo en un pallet				X							
Calibrar la máquina a 120 amperios				X		24,94					
Aflorar electrodo de tungsteno y colocar materiales sobre la mesa de trabajo				X	30 m	110,50					
Sostener SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO y SOPORTE principal en L exterior DERECHO (Operador 1)				X		10,29					
Soldar estructura externa: SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO con SOPORTE principal en L exterior DERECHO (cordón de suelda a lo largo de la unión) (Operador 2)				X		35,84					
Sostener SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 1)				X		10,29					
Soldar SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 2)				X		35,84					
Sostener SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 1)				X		10,29					
Soldar SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 2)				X		35,84					
Unir estructura interna izquierda con estructura interna derecha (Operador 2)				X		33,09					
Unir estructura externa con estructura interna (6 cordones de 3 cm en la parte inferior del				X		152,26					
Verificar puntos de suelda	X					45,52					
Colocar en un pallet la estructura completa		X			4 m	28,03					

### 5.1.9 Propuesta de método para soldar el cuerpo completo de la parada

En la operación de soldar el cuerpo completo se propone asignar una moladora a la mesa de trabajo para que el operario no tenga tanto desplazamiento para ir a donde está el esmeril, con esto se reduce la distancia de recorrido en 30 metros y de igual manera se coloca un puesto de pulido cerca para que el transporte del producto al final del proceso se reduzca 20 metros. Con todos estos cambios el tiempo normal de la operación se disminuiría de 566.06 a 515.59 segundos.

Tabla 60.  
Propuesta OTIDA cuerpo completo de la parada

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA N° 10		HOJA N° 1										
Descripción de pieza o producto en transformación: Cuerpo completo de la parada		RESUMEN DEL ESTUDIO										
		Actual		Propuesta		Ahorro						
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Actividad del DPO analizada aquí: Unión de las columnas derecha e izquierda con soporte del vidrio		Operaciones	7	320,82	7	270,33		50,49				
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Inspecciones	1	42,00	1	42,01						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo cuerpo de paradas		Transportes	4	203,25	4	203,25						
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios		Demoras										
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019		Almacenamientos										
		Distancia total necesaria (m)	82 m		32 m		50 m					
		Tiempo requerido		566,06		515,59		50,47				
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Calibrar la máquina a 160 amperios				X			24,94					
Aflar electrodo de tungsteno (moladora)				X			60,00					
Cargar soporte del vidrio		X				4 m	23,84					
Colocar soporte del vidrio sobre matriz de ensamble				X			14,08					
Cargar columna principal derecha		X				4 m	23,84					
Amar columna principal derecha con soporte del vidrio				X			30,57					
Cargar columna principal izquierda		X				4 m	23,84					
Amar columna principal izquierda con soporte del vidrio				X			33,12					
Soldar columna principal derecha con soporte del vidrio fijandolos a través del Ángulo de apoyo DER				X			51,66					
Soldar columna principal izquierda con soporte del vidrio fijandolos a través del Ángulo de apoyo IZQ				X			55,96					
Verificar puntos de suelda	X						42,01					
Transportar cuerpo principal completo hacia el área de pulido		X				20 m	131,73					

### 5.1.10 Propuesta de método para soldar las patas de la banca

En la operación de soldar las patas de las bancas se propone asignar una moladora, y al inicio del proceso, mientras el ayudante de suelda afila el tungsteno, el soldador debe pulir las piezas laterales de la estructura en V, este pulido se lo debe realizar a cada lado de las piezas en la parte que va a tener contacto con la columna de apoyo de la banca, se propone pulir a 45 grados para que posteriormente la pieza se junte lo suficiente a la columna de la banca y de esta manera poder soldar con TIG, es decir el proceso de la suelda MIG quedaría

descartado. Esto se lo realizaría ya que al soldar con MIG se debe pulir los cordones de suelda realizados y se están utilizando alrededor de 2 discos PZ40 por pata en este proceso. Al soldar con TIG se eliminaría el pulido de dichos cordones y se ahorrarían alrededor de 1660 discos de pulir durante todo el proyecto. De igual manera el tiempo normal de la operación se reduciría de 420.81 a 407.95 segundos.

Tabla 61.  
Propuesta OTIDA patas de bancas

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA N° 11		HOJA N° 1		Operario <input type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>				
Descripción de pieza o producto en transformación: Patas bancas izquierda y derecha				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:				Actual		Propuesta		Ahorro				
Unión de partes que conforman las patas de las bancas				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Operaciones	9	410,38	9	397,52		12,86		
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: Mesa de trabajo bancas				Inspecciones								
Operario (s) que ejecutan la actividad: 2 operarios				Transportes	1	10,43	1	10,43				
Elaborado por: David Aguirre Fecha: 11/06/2019				Demoras								
				Almacenamientos								
				Distancia total necesaria (m)	4 m		4 m					
				Tiempo requerido		420,81		407,95		12,86		
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración (seg)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Afilado de electrodo de tungsteno y pulir los 4 lados de las piezas PB_AST_3.2 derecho e izquierdo a 45 grados aproximadamente.				X				110,50				
Calibrar la máquina a 80 amperios				X				24,94				
Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (Operario 1)				X				11,23				
Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (3 puntos de suelda a cada lado) (Operario 2)				X				66,13				
Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (Operario 1)				X				11,23				
Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (3 puntos de suelda a cada lado) (Operario 2)				X				66,13				
Sostener PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (Operario 1)				X				11,23				
Soldar columna de apoyo: PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (6 puntos a cada lado) (Operario 2)				X				66,13				
Unir estructura en V con columna de apoyo (Suelda TIG) (Operario 2)				X				30,00				
Colocar la pata completa en un pallet		X				4 m		10,43				

## 5.2 Análisis de nuevos métodos de trabajo

Los métodos propuestos constan principalmente en la combinación de las actividades de afilar el tungsteno y colocar las piezas sobre la mesa de trabajo para reducir tiempos de operación, calibrar de manera adecuada el amperaje de las máquinas de suelda TIG para eliminar reprocesos por errores estéticos, aumentar puntos de suelda para estructurar de mejor manera las diferentes partes de las paradas, eliminar de las tareas de los equipos de suelda la actividad de retirar los plásticos protectores de las piezas asignando un operador que constantemente se dedique a esto con la finalidad de eliminar tiempos muertos y por último modificar las operaciones para optimizar la utilización de recursos. Todas estas mejoras conllevan a una reducción de los tiempos de operación y dentro de cada una de las operaciones disminuir el recorrido que realizan los operarios de los equipos de suelda. Los resultados se pueden apreciar en el siguiente cuadro del cálculo de tiempo, donde se disminuyen dichos tiempos expresados en horas por unidad.

Tabla 62.

*Calculo del tiempo estándar estimado de las operaciones propuestas*

Operación	Tiempo normal en segundos	Tiempo normal en horas	Coefficiente por suplementos de descanso	Tiempo estándar/unidad
Soldar marco externo	506,44	0,14	1,29	0,18
Soldar marco interno	567,35	0,16	1,29	0,20
Unión marco externo e interno	1363,52	0,38	1,31	0,50
Soldar costillas	545,89	0,15	1,28	0,19
Soldar viga principal	404,88	0,11	1,29	0,15
Unión costillas y viga principal	1134	0,32	1,31	0,41
Ensamble techo completo	1950,84	0,54	1,37	0,74
Soldar columnas	688,07	0,19	1,22	0,23
Soldar soporte del vidrio	532,73	0,15	1,26	0,19
Unión columnas y soporte del vidrio	515,59	0,14	1,29	0,18
Soldar patas de bancas	407,95	0,11	1,26	0,14
Soldar asiento de bancas	249,69	0,07	1,25	0,09
Unir patas de bancas con asiento	239,52	0,07	1,26	0,09
Soldar patas isquiáticos	318,65	0,09	1,26	0,11
Soldar asiento isquiáticos	249,69	0,07	1,25	0,09
Unir patas de isquiáticos con asiento	239,52	0,07	1,26	0,09

### 5.2.1 Cálculo de la capacidad de las operaciones propuestas

Con estos nuevos tiempos de trabajo estándar se procede a analizar la nueva capacidad de las operaciones. Para el cálculo de la capacidad se aplica la fórmula utilizada anteriormente, tiempo disponible dividido para tiempo estándar de la operación, y se obtiene la cantidad que produce cada operación expresada en unidades por turno de trabajo.

Tabla 63.  
*Capacidad nueva de las operaciones*

CAPACIDAD DE CADA OPERACIÓN	
Operación	Capacidad de la operación (unidades/turno)
Soldar marco externo	44,1
Soldar marco interno	39,4
Unión marco externo e interno	16,1
Soldar costillas	41,2
Soldar viga principal	55,1
Unión costillas y viga principal	19,4
Ensamble techo completo	10,8
Soldar columnas	34,3
Soldar soporte del vidrio	42,9
Unión columnas y soporte del vidrio	43,3
Soldar patas de bancas	56,0
Soldar asiento de bancas	91,4
Unir patas de bancas con asiento	90,7
Soldar patas isquiáticos	70,5
Soldar asiento isquiáticos	91,4
Unir patas de isquiáticos con asiento	90,7

Para saber cuál es la nueva capacidad de toda la línea de ensamblaje diaria, se analiza nuevamente la producción en el día y la carga de trabajo repartida entre los operarios.

Tabla 64.  
Capacidad nueva de la línea de ensamble

Capacidad de la línea para producir paradas completas	
Día 1	Día 2
18 marcos externos (Suelda TIG1)(Medio día)	12 marcos completos (Suelda TIG1) (Todo el día)
20 marcos internos (Suelda TIG6)(Medio día)	18 costillas (para 6 paradas)(Suelda TIG2)
16 marcos completos (Suelda TIG1) (Suelda TIG6)	<b>10 techos completos (Suelda TIG6)</b>
27 vigas principales (Suelda TIG2)	20 vigas principales (Suelda TIG2)
20 costillas (para 6 paradas)(Suelda TIG2)	12 costillares (Suelda MIG) (Todo el día)
17 columnas (para 8 paradas)(Suelda TIG3)	14 columnas (para 7 paradas)(Suelda TIG3)
21 soportes de vidrio (Suelda TIG3)	<b>15 cuerpos de paradas (Suelda TIG3)</b>
60 patas bancas (para 30 paradas) (Suelda MIG)(Suelda TIG4)(Suelda TIG6)	<b>28 bancas completas (Suelda TIG4)</b>
45 asientos de bancas (Suelda TIG4)	<b>22 Apoyos isquáticos completos (Suelda TIG4)</b>
44 patas isquiáticos ( para 22 paradas) (Suelda TIG5)	28 columnas (para 7 paradas)(Suelda TIG5)(Todo el día)
45 asientos de isquiáticos (Suelda TIG5)	30 soportes de vidrio (Suelda TIG6)(Todo el día)

Analizando que la mayoría de operaciones se optimizó podemos ver que la capacidad diaria de igual manera aumentó, uno de los problemas era que el cuello de botella no disminuyó muy poco su tiempo estandar de operación y como una línea de producción se mueve al ritmo de su operación más lenta se procedió a proponer un balanceo de línea. El balanceo consistió en especializar a un puesto más de trabajo para soldar los marcos del techo, de esta manera se puede adelantar la producción de marcos completos en 1 día, es decir teniendo una mañana a un puesto de trabajo soldando marcos externo y otro puesto soldando marcos internos, se obtiene material para que los 2 puestos de trabajo por la tarde unan 16 marcos completos, de esta manera al segundo día se pueden soldar 10 techos completos y seguir este ritmo de producción cada 2 días, es decir la capacidad de la planta sería de 10 estructuras de paradas completas cada 2 días. En conclusión balanceando la línea y mejorando los métodos la línea aumenta su capacidad a 5 unidades diarias.

### 5.2.2 Análisis de la productividad con la propuesta de mejora

(Ecuación 6)

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Unidades fabricadas}}{\text{Tiempo empleado}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{3 \text{ paradas}}{8 \text{ horas} - \text{hombre}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 0.375 \frac{\text{paradas}}{\text{horas} - \text{hombre}}$$

El cálculo de la productividad de la mano de obra tomando en cuenta el tiempo ahorrado en la propuesta de mejora es:

(Ecuación 7)

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Unidades fabricadas}}{\text{Tiempo empleado}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{5 \text{ paradas}}{8 \text{ horas} - \text{hombre}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 0.625 \frac{\text{paradas}}{\text{horas} - \text{hombre}}$$

Tabla 65.

*Aumento de la productividad estimada según propuesta de mejora*

<b>Aumento de la productividad de la mano de obra</b>	0.375 paradas / hora	0.625 paradas / hora	<b>66 % de mejora según propuesta</b>
---	----------------------	----------------------	---------------------------------------

### **5.3 Estandarización de nuevos métodos de trabajo**

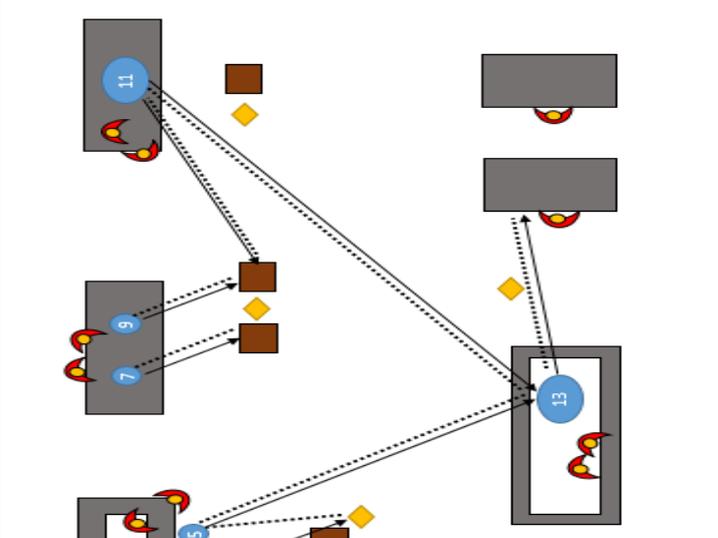
La finalidad de la estandarización de los métodos es que se desea obtener un control del proceso, control que no se tiene hasta el momento, con esta estandarización se propone entregar al operador un manual de cómo y para qué realizar todas las actividades que desempeña dentro de su puesto de trabajo. De esta manera se pueden identificar inmediatamente anomalías y en consecuencia tomar decisiones de manera más fácil. Se desea también lograr estabilidad en los procesos, haciendo que cada operación se la realice siempre de la misma manera con el fin de cumplir con las especificaciones de calidad y con la velocidad estándar calculada anteriormente.

#### **5.3.1 Hoja de trabajo estándar**

Para la estandarización del proceso se utilizó en primera instancia hojas de trabajo estándar, las cuales nos indican en secuencia las operaciones que se realizan y a través de símbolos nos indica si una operación es crítica o se trata de un control de calidad, también en estas hojas de trabajo podemos visualizar una disposición de la planta con la secuencia de dónde se realizan las operaciones y con los recorridos que hacen el producto y los operadores, junto con la cantidad de personal y cómo está distribuido dentro de la línea de producción.

Tabla 66.  
Hoja de trabajo estándar del proceso de armado y suelda

Linea		Nombre del proceso		Armado y suelda	Código	Elaborado por: David Aguirre	SOS	
Simbolo	Secuencia	JES	Operación	Tiempo de la operación	Simbolo	Operación critica	Caminata de retorno	Seguridad
▼	1	J1	Soldar marco externo	0.18	▲	Operación critica	→	Seguridad
◆	2		Verificar puntos de suelda			Caminata	→	Caminata de retorno
▼	3	J2	Soldar marco interno	0.20				
◆	4		Verificar puntos de suelda					
▼	5	J3	Unir marco externo e interno	0.50				
◆	6		Verificar puntos de suelda					
▼	7	J4	Soldar costillas	0.19				
◆	8		Verificar puntos de suelda					
▼	9	J5	Soldar viga principal	0.15				
◆	10		Verificar puntos de suelda					
▼	11	J6	Unión costillas y viga principal	0.41				
◆	12		Verificar puntos de suelda					
▼	13	J7	Ensamble techo completo	0.74				
◆	14		Verificar puntos de suelda					
▼	15	J8	Soldar columnas	0.23				
▼	16	J9	Soldar soporte del vidrio	0.19				
▼	17	J10	Unión columnas y soporte del vidrio	0.18				
◆	18		Verificar puntos de suelda					
▼	19	J11	Soldar patas de bancas	0.14				
▼	20	J12	Soldar asiento de bancas	0.09				
▼	21	J13	Unir patas de bancas con asiento	0.09				
◆	22		Verificar puntos de suelda					
▼	23	J14	Soldar patas isquióticos	0.11				
▼	24	J15	Soldar asiento isquióticos	0.09				
▼	25	J16	Unir patas de isquióticos con asiento	0.09				
					Elementos de protección			



Para complementar, se utilizaron hojas de elemento de trabajo, las cuales sirven para especificar las tareas que deben realizar los operadores, con las preguntas “Qué hacer” , “Cómo hacerlo” y “Para qué hacerlo”. Dentro de estas hojas se encuentran las actividades en secuencia con símbolos que indican si se trata de una operación crítica o de un control de calidad, la manera específica con análisis de movimientos de las tareas que se encuentran dentro de estas actividades y el para qué realizar estas tareas, es decir con qué motivo, esta última sección es para que el soldador conozca todo el proceso en sí y que entienda el propósito de su trabajo para crear una línea de producción con sus operaciones conectadas entre sí.

## **6. ANALISIS COSTO BENEFICIO Y RESULTADOS**

La propuesta de mejora de los métodos principalmente aumenta la capacidad de la línea, mediante una reducción de distintos desperdicios, en la siguiente tabla se puede apreciar un aproximado del tiempo total que se ahorraría en horas si se implementaran los nuevos métodos de trabajo.

### **6.1 Ahorro por tiempos de fabricación**

La inversión que se realizaría para el desarrollo de estos métodos es prácticamente nula, ya que se está trabajando en modificar las tareas que generan desperdicios como reprocesos por defectos, sobre-procesamientos y transportes, siendo el ahorro en tiempo analizado en la anterior tabla, fruto de la eliminación de estos desperdicios se puede ver el ahorro en tiempo que se tiene por operación.

Tabla 67.  
Ahorro por tiempos de fabricación

Operación	Tiempo estándar/unidad actual (hrs/u)	Tiempo estándar/unidad con propuesta de métodos (hrs/u)	Ahorro (hrs)
Soldar marco externo	0,29	0,18	0,11
Soldar marco interno	0,31	0,20	0,11
Unión marco externo e interno	0,54	0,50	0,04
Soldar costillas	0,22	0,19	0,02
Soldar viga principal	0,18	0,15	0,04
Unión costillas y viga principal	0,41	0,41	0,00
Ensamble techo completo	0,75	0,74	0,01
Soldar columnas	0,27	0,23	0,04
Soldar soporte del vidrio	0,21	0,19	0,03
Unión columnas y soporte del vidrio	0,21	0,18	0,02
Soldar patas de bancas	0,14	0,14	0,00
Soldar asiento de bancas	0,09	0,09	0,00
Unir patas de bancas con asiento	0,09	0,09	0,00
Soldar patas isquiáticos	0,11	0,11	0,00
Soldar asiento isquiáticos	0,09	0,09	0,00
Unir patas de isquiáticos con asiento	0,09	0,09	0,00
<b>Tiempo total</b>	<b>4,00</b>	<b>3,59</b>	<b>0,41</b>

El tiempo total para fabricar una parada en el panorama actual de la línea es de 4 horas por unidad, dentro de la propuesta de mejora se busca disminuir este tiempo a 3.59 horas por unidad, teniendo un ahorro de 0.41 horas durante todo el proceso de fabricación.

## 6.2 Ahorro en horas extras de trabajo

La línea del proceso de ensamble de paradas de buses, con el fin de cumplir con la demanda del proyecto, trabaja en un horario de lunes a viernes de 730 am a 630 pm y los días sábado de 8 am a 4 pm, esto significa que la empresa realiza un gasto de 17 horas extras a la semana por trabajador. El sueldo de cada uno de los trabajadores es de \$ 420 dólares incluyendo todos los beneficios por ley. Este es un gasto significativo para la empresa y con la propuesta de mejora se reduciría los valores de pagos en horas extras sabiendo que el proyecto tendrá una duración de 6 meses más.

Tabla 68.  
Horas extras por semana pagadas a un trabajador

Horas extras pagadas a un trabajador en una semana			
	Horas extras	Costo de hora de trabajo	Costo horas extras en la semana
Lunes a Viernes	10	\$ 1,75	\$ 26,25
Sábado	7		\$ 24,50
		<b>Costo total de horas extras</b>	<b>\$ 50,75</b>

Dentro de la tabla 66 se puede apreciar que a un trabajador se le paga un total de 50,75 dólares semanales en horas extras, teniendo en cuenta que trabajan 15 colaboradores dentro del proceso de suelda y armado se puede saber que la empresa ha gastado en un periodo de 4 meses \$ 12180 dólares en horas extras, sabiendo que la propuesta de mejora busca eliminar las horas extras y que el proyecto tendrá una duración de 6 meses más, el ahorro que se obtendría en horas extras sería de \$ 18270 dólares.

### 6.3 Ahorro en transportes

El ahorro en transportes ya sea por carga de materiales o por la tarea de afilar el electrodo de tungsteno, es importante porque primero elimina el tiempo de ocio de los trabajadores y disminuye la carga de trabajo que tienen al momento de levantar partes que son considerablemente pesadas. La disminución de estos transportes significaría el aumento del rendimiento de trabajo de los operarios.

Tabla 69.

*Ahorro en distancia recorrida dentro del proceso de suelda y armado*

<b>Ahorro en distancia total recorrida por operación para la fabricación de una parada de bus</b>			
<b>Operación</b>	<b>Distancia recorrida actual</b>	<b>Distancia recorrida propuesta</b>	<b>Ahorro de recorrido</b>
Soldar marco externo	20 m	16 m	4 m
Soldar marco interno	22 m	22 m	
Unión marco externo e interno	15 m	11 m	4 m
Soldar costillas			
Soldar viga principal			
Unión costillas y viga principal			
Ensamble techo completo			
Soldar columnas	38 m	34 m	4 m
Soldar soporte del vidrio	38 m	34 m	4 m
Unión columnas y soporte del vidrio	82 m	32 m	50 m
Soldar patas de bancas			
Soldar asiento de bancas			
Unir patas de bancas con asiento			
Soldar patas isquiáticos			
Soldar asiento isquiáticos			
Unir patas de isquiáticos con asiento			
		<b>Total de ahorro en metros</b>	66 m

#### 6.4 Ahorro en insumos

En cuanto al ahorro de insumos eliminando el proceso de pulido que se realiza en las patas de las bancas a la mitad del proceso de suelda, sabiendo que se utilizan 2 discos de desbaste Z40 por pata. Se tiene el siguiente análisis.

Tabla 70.

*Ahorro en insumos*

Discos utilizados por pata		Costo de cada disco	Patatas por parada	Proyecto total	Ahorro total
Discos PZ40	2	\$3,65	2	414	\$6.044

El ahorro total en insumos de pulido en todo el proyecto aplicando este nuevo método de fabricación sería de \$ 6044 dólares.

Tomando en cuenta todas las mejoras realizadas, el ahorro total al proyecto sería de \$ 24314 dólares.

Tabla 71.  
Resultados generales con la propuesta de mejora

Tipo de ahorro	Resultado con método actual	Resultado con método propuesto	Total ahorro
Transportes	348	282	66 metros
Tiempo de fabricación	4 horas	3.59 horas	0,41 horas
Capacidad	3 unidades/ día	5 unidades / día	2 unidades más por día

Tabla 72.  
Ahorros económicos generados.

Cuadro General de Ahorros Económicos Situación Actual VS Situación Propuesta			
Tipo de ahorro	Resultado con método actual	Resultado con método propuesto	Total ahorro
Horas extras	\$ 12.180,00	\$ -	18270 en 6 meses
Insumos	\$ 1.609,00	\$ -	\$ 6.609,00

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

El análisis de la situación actual nos permitió conocer en primera instancia un plano general del producto para entender qué era lo que iba a analizar durante el proyecto, el levantamiento de proceso y su caracterización sirvió para ver la secuencia de cada uno de los procesos de manera general y cuáles eran las características que cada uno de ellos tenía. Finalmente a través de la descripción del problema se analizó cuáles eran los problemas críticos que tenía la línea y en donde se debía enfocar las acciones de mejora.

Mediante el estudio de tiempos se evidenció cuál era el ritmo de fabricación dentro de la línea y su capacidad de producción diaria. En cuanto al estudio de movimientos ayudó a visualizar de manera más clara los desperdicios existentes y los métodos erróneos y adecuados dentro de las operaciones de la línea de armado y suelda.

En la propuesta de mejora se logró aumentar la capacidad de la línea de 3 unidades diarias a 5 unidades diarias, es decir **se aumentaría la productividad de la mano de obra en la línea de armado y suelda en un 66.6%** en caso de que se llegara a implementar la nueva metodología. También se redujo la distancia total recorrida en metros de todos los trabajadores durante la fabricación de una parada, la distancia de recorrido se redujo en 66 metros.

La propuesta de mejora en caso de aplicarse generaría a la empresa un ahorro económico en horas extras y en insumos, con un ahorro total de \$ 24314 dólares durante todo el proyecto.

La estandarización de los métodos propuestos sirve para brindar al operador el conocimiento completo de sus tareas en la ejecución de las operaciones, y para brindar control sobre el proceso. Con esta propuesta de estandarización las actividades se ejecutarían de una sola manera y se lograría tener estabilidad en los procesos para detectar de manera más fácil cualquier anomalía.

A través del análisis costo beneficio se puede conocer cuál sería el ahorro que tendría la empresa durante el proyecto en el caso de que llegase a implementar la propuesta de mejora y de los nuevos métodos.

## **7.2 Recomendaciones**

Se recomienda a la empresa analizar los tiempos en caso de que se implementen los nuevos métodos de trabajo para calcular de manera exacta los beneficios que se obtendrían.

La capacitación a los operarios sobre la importancia de la calibración adecuada de las máquinas de suelda, y el uso adecuado de los elementos de protección personal.

El análisis del proceso de soldar el techo completo ya que se sospecha que este sea un cuello de botella, con éste análisis tomar decisiones para aumentar la capacidad de la línea en un porcentaje aún mayor.

Capacitar al personal sobre la importancia de los métodos de trabajo y el orden de su secuencia para lograr la estabilidad deseada dentro de la línea de producción.

Se recomienda empezar un programa de incentivo por ideas que puedan mejorar el método actual y propuesto con recompensas que pueden surgir del ahorro monetario que se conseguiría mediante la implementación de este proyecto.

## REFERENCIAS

Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Administración de la calidad total. Argentina: PROFIT

Castro, V. (2011). ELABORACIÓN DE HOJAS DE TRABAJO ESTANDARIZADAS (SOS) Y HOJAS DE ELEMENTO DE TRABAJO (JES), APLICADO EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN DE MATERIALES (STEELASTIC Y PESTAÑAS) EN LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Recuperado el 22 de abril del 2019 de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1618/13/UPS-CT002169.pdf>

Churochumbi, C. (2016). DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE OPERACIONES MEDIANTE LA GESTIÓN POR PROCESOS EN EL ÁREA DE PROCESAMIENTO DE VEGETALES. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 29 de marzo del 2019 de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6906/1/T-UCE-0011-30.pdf>

Domingo, R. Gonzáles, C. y Sebastián, M. (2013). Técnicas de mejora de la calidad. Madrid: UNED

Evans, R. y Lindsay, M. (2010). Administración y Control de la Calidad. México: Cengage Learning

Freivalds, A., & W. Niebel, B. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo (13.a ed.). Mc Graw Hill

Ingeniería Industrial Online (2016). CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR O TIEMPO TIPO. Recuperado el 10 de abril del 2019 de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1lculo-del-tiempo-est%C3%A1ndar-o-tipo/>

Ingeniería Industrial Online (2016). Valoración del ritmo de trabajo. Recuperado el 14 de abril del 2019 de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoraci%C3%B3n-del-ritmo-de-trabajo/>

López, J., Alarcón, E., Rocha, M. (2014). Estudio del trabajo. Grupo Editorial Patria.

Maldonado, S. (2018). Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de productividad en la línea de ropa interior en una empresa de confección. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas. Recuperado el 29 de marzo del 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10232/1/UDLA-EC-TIPI-2018-54.pdf>

Mariana y Viridiana Ríos (2015) "Productividad" en Serie de Estudios Económicos, Vol. 1, Agosto 2015. México DF: México ¿cómo vamos?\*

Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2.a ed.). Ecoe Ediciones.

Proecuador (2012). Minerales y Metalurgia. Recuperado el 21 de mayo del 2019 de <https://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/metalmecanica/>

SADAMWEB (2019). Argentina. La definición de un proceso en una página.

Recuperado el 15 de Abril del 2019 de

[https://www.sadamweb.com.ar/news/2016\\_08Agosto/SIPOC](https://www.sadamweb.com.ar/news/2016_08Agosto/SIPOC)

[La\\_definicion\\_de\\_un\\_proceso\\_en\\_una\\_pagina.pdf](#)

Socconini, L. (2014). Lean Six Sigma Yellow Belt (1.a Ed.). Madrid: Marge Books.

Ulco, C. (2015). APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAJAS DE CALZADO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ART PRINT. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo.

Recuperado el 9 de junio del 2019 de

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco\\_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Hoja de elemento de trabajo para marco externo.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO						
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar marco externo	Código
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)	JES	
					Operación crítica	Control de calidad
Razón (Para qué Por qué)						
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.		Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.
	2	Calibración de la máquina a 100 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.		Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.
	3	Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo (operario 1) y afilar electrodo de tungsteno (operario 2)		Operario 1: Cargar las 6 piezas que conforman el marco externo y colocarlas en orden según el proceso de ensamble del techo. Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilar el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.		Affilar electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Colocar previamente los materiales sobre la mesa para tener listo todo y que el proceso arranque a tiempo.
	4	Sostener 2 piezas que forman el frente del techo (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	5	Soldar frente del techo: Estructura ANT exterior IZQ y Estructura ANT exterior DER (10 puntos de suelda) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	6	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	7	Sostener 2 piezas que forman la espalda del techo (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	8	Soldar espalda del techo: Estructura POST exterior IZQ y Estructura POST exterior DER (10 puntos de suelda) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	9	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	10	Sostener frente del techo con pieza lateral derecha (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	11	Soldar estructura externa lateral derecha con el frente del techo (10 puntos de suelda) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	12	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	13	Sostener pieza lateral izquierda con el frente del techo (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	14	Soldar estructura externa lateral izquierda con el frente del techo (10 puntos) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	15	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	16	Sostener espalda del techo con el resto del cuerpo (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	17	Soldar espalda con el resto del cuerpo (10 puntos en cada esquina) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	18	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	19	Cargar marco externo y colocarlo a 3 metros de la mesa de trabajo		Los 2 operarios deben cargar el techo, cada uno de un lado y colocarlo a 6 metros de la mesa de trabajo, en el suelo de la planta, colocando un cartón en las esquinas, ir apilando uno encima de otro cada marco. Se debe apilar los marcos de 10 en 10 unidades.		Colocar el marco externo a un lado de la mesa de trabajo para despejar la mesa y seguir con el siguiente proceso.

## Anexo 2. Hoja de elemento de trabajo para marco interno.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO						
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar marco interno	Código
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)	JES 2	
					Operación crítica	Control de calidad
Razón (Para qué/ Por qué)						
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.		Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.
	2	Calibración de la máquina a 80 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.		Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.
	3	Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo (operario 1) y afilar electrodo de tungsteno (operario 2)		Operario 1: Cargar las 6 piezas que conforman el marco interno y colocarlas en orden según el proceso de ensamble del techo. Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilar el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.		Affilar electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Colocar previamente los materiales sobre la mesa para tener listo todo y que el proceso arranque a tiempo.
	4	Sostener 2 piezas que forman el frente interno del techo (operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	5	Soldar frente interno del techo: Estructura FTE interna IZQ y Estructura FTE interna DER (10 puntos de suelda) (operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	6	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	7	Sostener 2 piezas que forman la espalda interna del techo (operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	8	Soldar espalda interna del techo: Estructura POST interna IZQ y Estructura POST interna DER (10 puntos de suelda) (operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	9	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	10	Sostener frente del techo con Estructura lateral interna DER (operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	11	Soldar Estructura lateral interna DER con el frente interno del techo (10 puntos de suelda) (operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	12	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	13	Sostener Estructura lateral interna IZQ con el frente del techo (operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	14	Soldar Estructura lateral interna IZQ con el frente interno del techo (10 puntos) (operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	15	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	16	Sostener espalda interna del techo con el resto del cuerpo (operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
	17	Soldar espalda interna con el resto del cuerpo (10 puntos en cada esquina) (operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 10 puntos de suelda, uno en la parte superior de la pieza y otro en la parte inferior, así hasta completar los 10 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	18	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.		Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	19	Cargar marco interno y colocarlo a 3 metros de la mesa de trabajo		Los 2 operarios deben cargar el techo, cada uno de un lado y colocarlo a 6 metros de la mesa de trabajo, en el suelo de la planta, colocando un cartón en las esquinas, ir apilando uno encima de otro cada marco. Se debe apilar los marcos de 10 en 10 unidades.		Colocar el marco externo a un lado de la mesa de trabajo para despejar la mesa y seguir con el siguiente proceso.

### Anexo 3. Hoja de elemento de trabajo para marco completo.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Marco completo	Código	JES 3			
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			  			
							Razón (Para qué/ Por qué)			
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.			Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.			
	2	Calibración de la máquina a 80 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	3	Colocar marco externo sobre marco interno		Entre el ayudante y el soldador, primero cargar de cada lado a lo largo el marco interno ubicado a 4 metros y colocarlo sobre la mesa de trabajo, después cargar el marco externo de cada lado a lo largo y colocarlo sobre el marco interno, los 2 marcos deben coincidir adecuadamente.			Colocar el marco externo sobre el marco interno para poder unirlos luego con suelda TIG y que se forme el marco del techo completo.			
	4	Sostener esquinas con playos de presión (Operador 1) Colocar playos de presión en el centro de cada estructura del marco del techo (Frente, espalda, lateral derecho y lateral izquierdo). (Operador 2)		(Operador 1) Con la mano izquierda sostener el playo de presión y con la derecha ir ajustando la abertura del playo hasta obtener el cierre deseado, colocarlo en la esquina interna formada por los 2 marcos y asegurar. Utilizar el mismo procedimiento en las 4 esquinas. (Operador 2) Con la mano izquierda sostener el playo de presión y con la derecha ir ajustando la abertura del playo hasta obtener el cierre deseado, colocar el playo de presión en el centro de cada estructura (Frente, espalda, lateral derecho y lateral izquierdo) y asegurar.			Para juntar las 2 pestañas del marco externo e interno con presión y que al momento de soldarse no queden aberturas visibles.			
	5	Fundir esquina 1 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir un cordón de 2 cm de largo a lo largo de la esquina.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	6	Fundir esquina 2 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir un cordón de 2 cm de largo a lo largo de la esquina.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	7	Fundir esquina 3 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir un cordón de 2 cm de largo a lo largo de la esquina.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	8	Fundir esquina 4 con cordón de 2 cm de largo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir un cordón de 2 cm de largo a lo largo de la esquina.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	9	Fundir 6 cordones de 2 cm en el frente del techo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir 6 cordones de 2 cm a lo largo del frente del techo.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	10	Fundir 6 cordones de 6 cm en la espalda del techo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir 6 cordones de 2 cm a lo largo de la espalda del techo.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	11	Fundir 3 cordones en el lado derecho del techo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir 3 cordones de 2 cm en el lado derecho del techo.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	12	Fundir 3 cordones en el lado izquierdo del techo (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir 3 cordones de 2 cm en el lado izquierdo del techo.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	13	Calibración de la máquina a 180 amperios		Con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	13	Calibración de la máquina a 180 amperios		Con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	14	Sostener Estructura FTE superior DER (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	15	Soldar Estructura FTE superior DER (15 puntos)(Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 15 puntos de suelda, de un lado hacia el otro, así hasta completar los 15 puntos de suelda.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	16	Sostener Estructura FTE superior IZQ (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	17	Soldar Estructura FTE superior IZQ (15 puntos) (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 15 puntos de suelda, de un lado hacia el otro, así hasta completar los 15 puntos de suelda.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	18	Sostener Estructura lateral SUPERIOR DER (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	19	Soldar Estructura lateral SUPERIOR DER (13 puntos) (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 13 puntos de suelda, de un lado hacia el otro, así hasta completar los 13 puntos de suelda.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	20	Sostener Estructura lateral SUPERIOR IZQ (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			

## Anexo 4. Hoja de elemento de trabajo para costillas.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar costillas	Código	JES 4			
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad			
							Razón (Para qué/ Por qué)			
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.			Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.			
	2	Calibración de la máquina a 80 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	3	Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo y afilar electrodo de tungsteno		Operario 1: Cargar las 6 piezas que conforman las costillas y colocarlas en orden según el proceso de ensamble del techo. Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilar el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.			Afilar electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Colocar previamente los materiales sobre la mesa para tener listo todo y que el proceso arranque a tiempo.			
	4	Colocar costilla en V sobre una matriz		Con las 2 manos sostener la pieza de la costilla en V y colocarla sobre una matriz, hacer presión hacia abajo para que ingrese por completo.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	5	Sostener tapa costilla 1 en el frente del costillar en V (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	6	Soldar tapa costilla 1 con el frente del costillar en V (8 puntos de suelda) (operario 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar internamente los 8 puntos de suelda, 4 puntos a cada lado de la pieza en V, así hasta completar los 8 puntos de suelda.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	7	Sostener tapa costillas 2 en la parte posterior del costillar en V (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	8	Soldar tapa costilla 2 con la parte posterior del costillar en V (8 puntos de suelda) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar internamente los 8 puntos de suelda, 4 puntos a cada lado de la pieza en V, así hasta completar los 8 puntos de suelda.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	9	Sostener placa costillas en la parte del frente superior del costillar en V (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	10	Soldar placa costillas en la parte del frente superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar externamente los 2 cordones de suelda, 1 cordón a cada lado de la placa.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	11	Sostener placa costillas en la parte media superior del costillar en V (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	12	Soldar placa costillas en la parte media superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar externamente los 2 cordones de suelda, 1 cordón a cada lado de la placa.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	13	Sostener placa costillas en la parte trasera superior del costillar en V (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	14	Soldar placa costillas en la parte trasera superior del costillar en V (un cordón a cada lado) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar externamente los 2 cordones de suelda, 1 cordón a cada lado de la placa.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	15	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.			
	16	Colocar costillas en pallet para el siguiente proceso de ensamble		Sacar la costilla soldada de la matriz con las 2 manos, colocarla sobre un pallet, ir aplando las costillas una encima de otra.			Para tener los materiales listos y cerca, y que el siguiente proceso inicie en el tiempo planificado			

## Anexo 5. Hoja de elemento de trabajo para viga principal.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar viga principal	Código	JES 5			
Simbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			  			
							Razón (Para qué/ Por qué)			
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.			Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.			
	2	Calibración de la máquina a 120 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	3	Colocar las piezas a soldar sobre la mesa de trabajo y afilar electrodo de tungsteno		<p>Operario 1: Cargar las 7 piezas que conforman la viga principal y colocarlas en orden según el proceso de ensamble del techo.</p> <p>Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilar el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.</p>			Afilar electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Colocar previamente los materiales sobre la mesa para tener listo todo y que el proceso arranque a tiempo.			
	4	Colocar alma refuerzo de la viga dentro de Viga SIMPLE IZQ y Viga SIMPLE DER (operador 1)		Con la mano izquierda sostener la pieza Viga SIMPLE IZQ y con la derecha el alma de la viga principal, introduciría paralelamente dentro de la Viga SIMPLE IZQ apiastando un poco el alma para que ingrese suavemente, luego con la mano derecha sostener la pieza Viga SIMPLE DER y uniría con el resto de partes utilizando el mismo método.			Para facilitar el armado, tener la viga ensamblada por completo y luego empezar el proceso de suelda.			
	5	Soldar alma refuerzo de la viga con Viga SIMPLE DER y Viga SIMPLE IZQ (2 cordones de suelda a cada lado superior) (operario 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar 2 cordones de suelda a cada lado superior.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	6	Sostener tapa viga lateral derecha contra la viga principal (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	7	Soldar tapa viga lateral derecha con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar internamente los 4 puntos de suelda, 2 puntos a cada lado de la tapa.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	8	Sostener tapa viga lateral izquierda contra la viga principal (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	9	Soldar tapa viga lateral izquierda con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar internamente los 4 puntos de suelda, 2 puntos a cada lado de la tapa.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	10	Sostener tapa viga superior izquierda contra la viga principal (operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	11	Soldar tapa viga superior izquierda con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 4 puntos de suelda, 2 puntos a cada lado de la tapa en la parte superior.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	12	Sostener tapa viga superior derecha contra la viga principal (operario 1)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar externamente los 2 cordones de suelda, 1 cordón a cada lado de la placa.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
	13	Soldar tapa viga superior derecha con viga principal (2 puntos de suelda a cada lado de la tapa) (operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 4 puntos de suelda, 2 puntos a cada lado de la tapa en la parte superior.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	14	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.			
	15	Colocar viga principal completa en pallet para el siguiente proceso de ensamble		Retirar la viga principal entre los 2 operarios cargandola uno de cada lado y colocarla en un pallet aledaño, ir apilando las vigas una encima de otra.			Para tener los materiales listos y cerca, y que el siguiente proceso inicie en el tiempo planificado.			

## Anexo 6. Hoja de elemento de trabajo para costillar.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Armado costillar	Código	JES 6	JES		
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)						
								Operación crítica	Control de calidad	Seguridad
								Razón (Para qué/ Por qué)		
	1	Cargar viga principal y colocarla en la matriz de ensamble		Los 2 operadores, ayudante y soldador, deben cargar la viga principal, uno de cada lado y colocarla sobre la matriz, apretar hacia abajo para que calce bien sobre la misma y la pieza esté asegurada.						
	2	Cargar costillas y colocarlas en la matriz de ensamble sobre la viga principal		Cargar las 3 costillas que van en un techo y colocarlas una por una sobre la matriz de ensamble, cada operario debe encargarse de colocar una costilla y apretarla sobre la matriz para que quede asegurada.						
	3	Apretar con peso hacia abajo costilla 1 sobre la viga principal (operador 1)		El ayudante debe pararse sobre la costilla a soldarse para generar suficiente peso y que no queden aberturas visibles.						
	4	Soldar costilla 1 a viga principal (Suelda MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)		Con las 2 manos sostener la antorcha MIG y colocar 1 punto de suelda en cada esquina de contacto entre la costilla y la viga principal.						
	5	Apretar con peso hacia abajo costilla 2 sobre la viga principal (operador 1)		El ayudante debe pararse sobre la costilla a soldarse para generar suficiente peso y que no queden aberturas visibles.						
	6	Soldar costilla 2 a viga principal (Suelda MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)		Con las 2 manos sostener la antorcha MIG y colocar 1 punto de suelda en cada esquina de contacto entre la costilla y la viga principal.						
	7	Apretar con peso hacia abajo costilla 3 sobre la viga principal (operador 1)		El ayudante debe pararse sobre la costilla a soldarse para generar suficiente peso y que no queden aberturas visibles.						
	8	Soldar costilla 3 a viga principal (Suelda MIG) (4 puntos de suelda) (operador 2)		Con las 2 manos sostener la antorcha MIG y colocar 1 punto de suelda en cada esquina de contacto entre la costilla y la viga principal.						
	9	Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 1 sobre la costilla 1 (operador 1)		El ayudante debe pararse sobre el soporte estructura a soldarse para generar suficiente peso y que no queden aberturas visibles entre las partes.						
	10	Soldar soporte estructura 1 con costilla 1 (Suelda MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)		Con las 2 manos sostener la antorcha MIG y colocar 12 puntos de suelda rellenando con material de aporte cada uno de los orificios superiores del soporte estructura.						
	11	Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 2 sobre la costilla 2 (operador 1)		El ayudante debe pararse sobre el soporte estructura a soldarse para generar suficiente peso y que no queden aberturas visibles entre las partes.						
	12	Soldar soporte estructura 2 con costilla 2 (Suelda MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)		Con las 2 manos sostener la antorcha MIG y colocar 12 puntos de suelda rellenando con material de aporte cada uno de los orificios superiores del soporte estructura.						
	13	Apretar con peso hacia abajo el soporte estructura 3 sobre la costilla 3 (operador 1)		El ayudante debe pararse sobre el soporte estructura a soldarse para generar suficiente peso y que no queden aberturas visibles entre las partes.						
	14	Soldar soporte estructura 3 con costilla 3 (Suelda MIG) (12 puntos de suelda) (operador 1)		Con las 2 manos sostener la antorcha MIG y colocar 12 puntos de suelda rellenando con material de aporte cada uno de los orificios superiores del soporte estructura.						
	15	Verificar puntos de suelda		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.						
	16	Cargar costillar completo y colocarlo en el siguiente puesto de ensamble		Retirar entre los 2 operadores el costillar armado de la matriz de ensamble, transportarlo hacia el siguiente puesto para formar el techo completo, apilar los costillares uno encima de otro en grupos de 4.						

## Anexo 7. Hoja de elemento de trabajo para techo completo.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES		
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Armado del techo completo	Código	JES 7		
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad		
							Razón (Para qué/ Por qué)		
	1	Calibrar la máquina a 160 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.		
	2	Afilar tungsteno		Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilarse el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.			Afilarse electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados.		
	3	Cargar el costillar y colocarlo sobre la mesa giratoria		Entre los dos operarios, ayudante y soldador, cargar el costillar uno de cada lado, levantarlo y apoyarlo sobre la mesa giratoria dado la vuelta, es decir de su posición normal girarlo 180 grados luego empujarlo hacia adentro y dejarlo en el centro.			Para continuar con el proceso de ensamble.		
	4	Cargar el marco del techo completo y colocarlo alrededor del costillar		Entre los dos operarios, ayudante y soldador, cargar el marco completo del techo, girarlo 180 grados y colocarlo sobre el costillar de manera que el marco rodee a todo el costillar. Las 2 estructuras deben quedar en el centro de la mesa.			Tener las 2 estructuras dadas la vuelta ayudará a fijarlas a la mesa giratoria y seguir con el proceso de ensamble.		
	5	Fijar a 20 cm de distancia cada costilla externa de los lados laterales del marco del techo		El operario 1 debe sostener una matriz para guiar al operario 2 mientras éste va moviendo el marco del techo de izquierda a derecha hasta que el perímetro lateral interno del marco quede a 20 cm del soporte estructura del costillar.			Para que el techo tenga las medidas adecuadas de ensamble según el diseño.		
	6	Asegurar a través de cuerdas con apretadores el costillar al marco del techo		Un operario se coloca al frente del techo y el otro en la parte trasera del techo, pasar 3 amarras rodeando el marco del techo y los tubos de la mesa giratoria de adelante hacia atrás a la altura de cada costilla y luego apretar hasta que no queden aberturas visibles entre el marco y el costillar.			Para que quede asegurada la estructura a la mesa giratoria y para que el proceso de suelda sea adecuado entre las partes a unirse.		
	7	Soldar a cada lado de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de suelda de 3 cm)		El ayudante debe verificar que el soporte estructura esté en la posición adecuada con respecto al marco, si no lo está debe modificar la posición, una vez en la posición correcta el soldador debe sostener la antorcha TIG con las 2 manos y realizar un cordón de suelda de 3 cm en cada soporte estructura, adelante y atrás.			Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	8	Verificar puntos de suelda		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.		
	9	Girar la mesa		Sostener la mesa entre los 2 operarios, el ayudante debe retirar los seguros de la mesa y una vez retirados girar la mesa con cuidado 180 grados, una vez en esta posición colocar los seguros de la mesa.			Para tener el techo en una posición cómoda con la finalidad de que el soldador y el ayudante trabajen de mejor manera.		
	10	Soldar la parte interna de los soportes estructura con la parte posterior y anterior del marco (un cordón de suelda de 4 cm)		El soldador debe sostener la antorcha TIG con las 2 manos y realizar un cordón de suelda de 4 cm en cada soporte estructura, adelante y atrás. Esta vez por la parte superior interna del soporte.			Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	11	Verificar puntos de suelda		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.		
	12	Girar la mesa		Sostener la mesa entre los 2 operarios, el ayudante debe retirar los seguros de la mesa y una vez retirados girar la mesa con cuidado 180 grados, una vez en esta posición colocar los seguros de la mesa.			Para poder retirar las amarras y que el techo no se caiga de la mesa giratoria.		
	13	Retirar amarras		Retirar una por una las amarras con cuidado de que no se dañe ni se raspe ninguna parte de la estructura.			Para que el techo quede únicamente apoyado a la mesa giratoria.		
	14	Cargar el techo completo al área de pulido		Entre los dos operarios, primero acercar una mesa con ruedas a la mesa giratoria y colocarla junto a ella. Entre los 2 cargar el techo, uno de cada lado, y colocarlo sobre la mesa con ruedas.			Para transportar el techo al área de pulido y que continúe con el siguiente proceso.		

## Anexo 8. Hoja de elemento de trabajo para columnas.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES		
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar columnas	Código	JES 8		
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			 Operación crítica	 Control de calidad	 Seguridad
							<b>Razón (Para qué/ Por qué)</b>		
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.			Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.		
	2	Calibrar la máquina a 160 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.		
	3	Afilan electrodo de tungsteno y colocar materiales sobre la mesa de trabajo		Operario 1: Cargar las 5 piezas que conforman las columnas y colocarlas en orden según el proceso de ensamble del techo. Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilan el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.			Afilan electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Colocar previamente los materiales sobre la mesa para tener listo todo y que el proceso arranque a tiempo.		
	4	Colocar 4 prensas a lo largo de la columna principal para obtener el cierre requerido para que la tapa ingrese adecuadamente		Tanto ayudante como soldador deben colocar las 4 prensas. Con la mano izquierda sostener la prensa y con la derecha girar la manilla de apriete y abrirla, colocar la prensa rodeando la columna y con la misma mano derecha ir apretando para obtener el cierre adecuado. Colocar las 4 prensas una al lado de la otra, a lo largo de la columna, en los puntos donde el material esté con un ángulo de apertura errado.			Para obtener un cierre adecuado de la columna y que la tapa ingrese de manera precisa.		
	5	Pasar tapa columna principal a lo largo de la columna principal (Operador 1)		Cargar la tapa de la columna con las 2 manos y correrla a lo largo de la columna principal, en caso de que ingrese forzosamente el soldador debe aflojar un poco las prensas y el ayudante debe sostener con su mano izquierda un martillo para darle pequeños golpes a la parte trasera de la tapa y que esta ingrese de manera más fácil.			Para tener la columna ensamblada y que se pueda iniciar el proceso de suelda		
	6	Soldar esquinas inferiores de la tapa con la columna (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar 2 cordones de 2 cm en cada esquina inferior de la tapa con la columna.			Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	7	Soldar esquinas superiores de la tapa con la columna principal (2 cordones de 2 cm) (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar 2 cordones de 2 cm en cada esquina superior de la tapa con la columna.			Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	8	Sostener placa superior (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
	9	Soldar placa superior con columna principal (fundir todo el perímetro de la placa) (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir con un cordón de suelda todo el perímetro de la placa de la columna.			Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	10	Soldar aumento de columna sin tapa a la columna principal (Operador 2) y posteriormente colocar la tapa del aumento (Operador 2) .		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar 6 puntos en la parte interna del aumento de la columna, posteriormente pasar la tapa del aumento y colocar 2 puntos de suelda en la parte externa de la tapa con la columna.			Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	11	Verificar puntos de suelda		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar onficios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.		
	12	Colocar la columna completa sobre un pallet		Los 2 operarios deben cargar la columna, uno de cada lado y colocarla en un pallet a 4 metros, las columnas se deben apilar una encima de otra.			Colocar la columna a un lado de la mesa de trabajo para despejar la mesa y seguir con el siguiente proceso.		

## Anexo 9. Hoja de elemento de trabajo para soporte de vidrios.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar soporte del vidrio	Código	JES 9			
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad			
							Razón (Para qué/ Por qué)			
	1	Clasificar el material y colocarlo en un pallet		Recibir las piezas a soldarse entre 2 operarios, clasificar por tipos de piezas en un pallet.			Tener ordenado el material a procesarse para reducir tiempos muertos. También para mantener el inventario de materia prima.			
 Operación crítica	2	Calibrar la máquina a 120 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
 Operación crítica	3	Affilar electrodo de tungsteno y colocar materiales sobre la mesa de trabajo		Operario 1: Cargar las 6 piezas que conforman el marco externo y colocarlas en orden según el proceso de ensamble del techo. Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Affilar el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez affilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.			Affilar electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Colocar previamente los materiales sobre la mesa para tener listo todo y que el proceso arranque a tiempo.			
	4	Sostener SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO y SOPORTE principal en L exterior DERECHO (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	5	Soldar estructura externa: SOPORTE principal en L exterior IZQUIERDO con SOPORTE principal en L exterior DERECHO (cordón de suelda a lo largo de la unión) (Operador 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar un cordón de suelda a lo largo de la unión de las 2 piezas.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	6	Sostener SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	7	Soldar SOPORTE principal interno lateral DERECHO y SOPORTE principal interno DERECHO (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar un cordón de suelda a lo largo de la unión de las 2 piezas.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	8	Sostener SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	9	Soldar SOPORTE principal interno lateral IZQUIERDO y SOPORTE principal interno IZQUIERDO (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar un cordón de suelda a lo largo de la unión de las 2 piezas.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
 Operación crítica	10	Unir estructura interna izquierda con estructura interna derecha (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar un cordón de suelda a lo largo de la unión de las 2 piezas.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
 Operación crítica	11	Unir estructura externa con estructura interna (6 cordones de 3 cm en la parte inferior del soporte) (Operador 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar 6 cordones de suelda de 3 cm a lo largo de la parte inferior del soporte.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
 Control de calidad	12	Verificar puntos de suelda		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar onficios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.			
	13	Colocar en un pallet la estructura completa		Los 2 operarios deben cargar el soporte del vidrio acabado, uno de cada lado y colocarlo en un pallet a 4 metros de distancia, apilar los soportes uno encima de otro.			Colocar el soporte del vidrio a un lado de la mesa de trabajo para despejar la mesa y seguir con el siguiente proceso.			

## Anexo 10. Hoja de elemento de trabajo para cuerpo de la parada.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Unir soporte con columnas	Código	
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)	Punto importante (Cómo)	JES 10			
				Operación crítica	Control de calidad	Seguridad	
Razón (Para qué/ Por qué)							
	1	Calibrar la máquina a 160 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.
	2	Afilarse electrodo de tungsteno (moladora)		Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilarse el electrodo en la moladora en sentido paralelo al giro de la misma. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.			Afilarse electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados.
	3	Cargar soporte del vidrio		Los 2 operarios deben cargar cada uno de un lado, el soporte del vidrio ensamblado y llevarlo hacia la mesa de trabajo.			Para iniciar el proceso de ensamble del cuerpo completo de la parada.
	4	Colocar soporte del vidrio sobre matriz de ensamble		Asentarse suavemente sobre la matriz de ensamble y generar presión hacia abajo para que calce de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada según el diseño las piezas a ensamblarse..
	5	Cargar columna principal derecha		Los 2 operarios deben cargar cada uno de un lado, la columna principal derecha y llevarla hacia la mesa de trabajo.			Para iniciar el proceso de ensamble del cuerpo completo de la parada.
	6	Armar columna principal derecha con soporte del vidrio		Colocar la columna sobre la matriz de ensamble e insertar las pestañas del soporte del vidrio en los orificios de la columna derecha.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada según el diseño las piezas a ensamblarse..
	7	Cargar columna principal izquierda		Los 2 operarios deben cargar cada uno de un lado, la columna principal izquierda y llevarla hacia la mesa de trabajo.			Para iniciar el proceso de ensamble del cuerpo completo de la parada.
	8	Armar columna principal izquierda con soporte del vidrio		Colocar la columna sobre la matriz de ensamble e insertar las pestañas del soporte del vidrio en los orificios de la columna izquierda.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada según el diseño las piezas a ensamblarse..
	9	Soldar columna principal derecha con soporte del vidrio fijandolos a través del Ángulo de apoyo DER		Sostener con la mano derecha la antorcha TIG y con la mano izquierda el Ángulo de apoyo DER. Colocar un cordón de suelda a lo largo de la unión de las 2 piezas.			Unir las piezas para generar una estructura firme.
	10	Soldar columna principal izquierda con soporte del vidrio fijandolos a través del Ángulo de apoyo IZQ		Sostener con la mano derecha la antorcha TIG y con la mano izquierda el Ángulo de apoyo IZQ. Colocar un cordón de suelda a lo largo de la unión de las 2 piezas.			Unir las piezas para generar una estructura firme.
	11	Verificar puntos de suelda (Control de calidad)		Revisar cada punto de suelda moviendo la estructura y probando si está firme, si es necesario utilizar una lupa para descartar orificios.			Para corregir los puntos de suelda errados ese momento y evitar reprocesos.
	12	Transportar cuerpo principal completo hacia el área de pulido		Los 2 operarios deben retirar la estructura de la matriz de ensamble, cargarla uno de cada lado y colocarlo a 20 m en el área de pulido.			Para que el cuerpo completo sea pulido y continúe con los siguientes procesos de producción.

## Anexo 11. Hoja de elemento de trabajo para patas de bancas.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO						
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar patas de bancas	Código
						JES 11
						JES
						 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)		Razón (Para qué/ Por qué)
 Operación crítica	1	Afilarse electrodo de tungsteno y pulir los 4 lados de las piezas PB_AST_3.2 derecho e izquierdo a 45 grados aproximadamente.		<p>Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilarse el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.</p> <p>Operario 1: Con la mano izquierda sostener la pieza a pulirse y con la derecha sostener la moladora, pulir a 45 grados los filos de las piezas que tendrán contacto con la columna de apoyo de la banca.</p>		Afilarse electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados. Pulir los lados de contacto con la columna de apoyo de la banca para que al momento de unirse entre sí no exista una abertura visible y que se pueda utilizar suelda TIG en este proceso.
 Operación crítica	2	Calibrar la máquina a 80 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.		Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.
	3	Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
 Operación crítica	4	Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 izquierdo (3 puntos de suelda a cada lado) (Operario 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 6 puntos de suelda, 3 en el filo izquierdo y 3 en el filo derecho, así hasta completar los 6 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	5	Sostener PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
 Operación crítica	6	Soldar estructura en V: PB_AST_3.3 con PB_AST_3.2 derecho (3 puntos de suelda a cada lado) (Operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 6 puntos de suelda, 3 en el filo izquierdo y 3 en el filo derecho, así hasta completar los 6 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	7	Sostener PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.
 Operación crítica	8	Soldar columna de apoyo: PB_AST_3.1 anterior con PB_AST_3.1 posterior (6 puntos a cada lado) (Operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 12 puntos de suelda, 6 en el lado izquierdo y 6 en el lado derecho, así hasta completar los 12 puntos de suelda.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	9	Unir estructura en V con columna de apoyo (Suelda TIG) (Operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y fundir 2 cordones de suelda a lo largo de la unión de la estructura en V con la columna de apoyo de la banca.		Unir las piezas para generar una estructura firme.
	10	Colocar la pata completa en un pallet		Un operario debe retirar la pata de la mesa de trabajo y colocarla en un pallet a 4 m de distancia de la mesa de trabajo, apilar las patas una encima de la otra.		Para tener los materiales listos y cerca, y que el siguiente proceso inicie en el tiempo planificado

## Anexo 12. Hoja de elemento de trabajo para asientos de bancas.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar asiento de bancas	Código	JES 12
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)	Punto importante (Cómo)		 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad		
							Razón (Para qué/ Por qué)
 Operación crítica	1	Afilarse electrodo de tungsteno	Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilarse el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.		Afilarse electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados.		
 Operación crítica	2	Calibrarse la máquina a 100 amperios	Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.		Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.		
	3	Sostener asiento con tapa derecha (Operario 1)	Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
 Operación crítica	4	Soldar asiento con tapa derecha (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)	Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa		Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	5	Sostener asiento con tapa izquierda (Operario 1)	Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
 Operación crítica	6	Soldar asiento con tapa izquierda (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)	Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa		Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	7	Colocar el asiento completo en un pallet	Un operario debe retirar el asiento de la mesa de trabajo y colocarlo en un pallet a 4 m de distancia de la mesa de trabajo, apilar los asientos uno encima del otro.		Para tener los materiales listos y cerca, y que el siguiente proceso inicie en el tiempo planificado.		

### Anexo 13. Hoja de elemento de trabajo para banca completa.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Unir patas con asiento	Código	JES 13			
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad			
							Razón (Para qué/ Por qué)			
 Operación crítica	1	Calibrar la máquina a 70 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	2	Sostener pata izquierda sobre el asiento (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	3	Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata izquierda (Operario 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 2 cordones de suelda en cada apoyo de la pata.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	4	Sostener pata derecha sobre el asiento (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	5	Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata derecha (Operario 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 2 cordones de suelda en cada apoyo de la pata.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	6	Cargar banca completa hacia el área de pulido		Un operario debe retirar la banca completa de la mesa de trabajo y colocarla en el área de pulido.			Para que la banca completa sea pulida y continúe con los siguientes procesos de producción.			

### Anexo 14. Hoja de elemento de trabajo para pata de apoyo isquiático.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES			
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar patas de isquiáticos	Código	JES 14			
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)		Punto importante (Cómo)			 Operación crítica  Control de calidad  Seguridad			
							Razón (Para qué/ Por qué)			
 Operación crítica	1	Afilar electrodo de tungsteno		Operario 2: Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilar el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.			Afilar electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados.			
 Operación crítica	2	Calibrar la máquina a 80 amperios		Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.			Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.			
	3	Sostener PB_AISQ_3 y PB_AISQ_4 (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	4	Soldar PB_AISQ_3 y PB_AISQ_4 (Operario 2)		Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar un cordón de suelda alrededor de las piezas a unirse			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	5	Sostener PB_AISQ_4 y PB_AISQ_5 (Operario 1)		Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.			Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.			
 Operación crítica	6	Soldar PB_AISQ_4 y PB_AISQ_5 (Operario 2)		Sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar un cordón de suelda en las piezas a unirse.			Unir las piezas para generar una estructura firme.			
	7	Colocar la pata completa en un pallet		Un operario debe retirar la pata de la mesa de trabajo y colocarla en un pallet a 4 m de distancia de la mesa de trabajo, apilar las patas una encima de la otra.			Para tener los materiales listos y cerca, y que el siguiente proceso inicie en el tiempo planificado			

## Anexo 15. Hoja de elemento de trabajo para asiento de apoyo isquiático.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO						
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Soldar asiento de isquiáticos	Código
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)	Punto importante (Cómo)	JES 15		
				Operación crítica	Control de calidad	Seguridad
Razón (Para qué Por qué)						
 Operación crítica	1	Afilarse electrodo de tungsteno	Con la mano izquierda sostener la antorcha de tungsteno, con la mano derecha girar boquilla de cerámica y retirarla, con la mano izquierda dar un pequeño golpe al porta tungsteno para que el electrodo se desprenda de la antorcha, con la mano derecha retirar el electrodo de tungsteno. Afilarse el electrodo en el esmeril en sentido paralelo al giro del esmeril. Una vez afilado el electrodo armar la antorcha con la secuencia inversa a cómo se desarma la misma.	Afilarse electrodo de tungsteno para poder realizar puntos y cordones de suelda adecuados.		
 Operación crítica	2	Calibrarse la máquina a 100 amperios	Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.	Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.		
	3	Sostener asiento con tapa derecha (Operario 1)	Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.	Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
 Operación crítica	4	Soldar asiento con tapa derecha (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)	Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa.	Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	5	Sostener asiento con tapa izquierda (Operario 1)	Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.	Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
 Operación crítica	6	Soldar asiento con tapa izquierda (9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa) (Operario 2)	Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 9 puntos de suelda a lo largo del perímetro de la tapa.	Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	7	Colocar el asiento completo en un pallet	Un operario debe retirar el asiento de la mesa de trabajo y colocarlo en un pallet a 4 m de distancia de la mesa de trabajo, apilar los asientos uno encima del otro.	Para tener los materiales listos y cerca, y que el siguiente proceso inicie en el tiempo planificado.		

## Anexo 16. Hoja de elemento de trabajo para apoyo isquiático completo.

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO							JES
Línea	Ensamble	Nombre del proceso	Armado y suelda	Operación	Unir patas con asiento	Código	
Símbolo	Secuencia	Paso Principal (Qué)	Punto importante (Cómo)		Razón (Para qué/ Por qué)		
 Operación crítica	1	Calibrar la máquina a 70 amperios	Prender la máquina, con la mano izquierda abrir el paso del gas argón y regular la salida del gas a 10 psi, con la mano derecha girar la manilla de regulación de amperaje hasta alcanzar el valor necesario.		Una correcta calibración de la máquina ayudará a cumplir los requerimientos de calidad especificados por el cliente.		
	2	Sostener pata izquierda sobre el asiento (Operario 1)	Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
 Operación crítica	3	Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata izquierda (Operario 2)	Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 2 cordones de suelda en cada apoyo de la pata.		Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	4	Sostener pata derecha sobre el asiento (Operario 1)	Con las 2 manos sostener las piezas a unirse, deben coincidir de manera precisa para que el proceso de suelda salga de manera adecuada.		Ayudar al soldador mantenido firmes y en la posición adecuada las piezas a soldarse.		
 Operación crítica	5	Soldar 2 cordones en cada apoyo de la pata derecha (Operario 2)	Con la mano izquierda colocar la masa de la suelda en las piezas a unirse, luego sostener con las 2 manos la antorcha TIG y colocar los 2 cordones de suelda en cada apoyo de la pata.		Unir las piezas para generar una estructura firme.		
	6	Cargar el apoyo completo hacia el área de pulido	Un operario debe retirar el apoyo isquiático completo de la mesa de trabajo y colocarlo en el área de pulido.		Para que el apoyo isquiático completo sea pulido y continúe con los siguientes procesos de producción.		

## Anexo 17. Coeficientes de valoración por suplementos de descanso

1	SUPLEMENTOS CONSTANTES	H	M	e)	Calidad del Aire		
	Suplementos por necesidades personales	5	7		Buena Ventilación o aire libre	0	0
	Suplemento básico por fatiga	4	4		Mala Ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
		9	11		Proximidad de hornos, calderos. Etc.	5	15
	<b>CANTIDADES VARIABLES</b>						
2	<b>AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BÁSICO POR FATIGA</b>						
a)	Suplemento por trabajar de pie	2	4	f)	<b>Tensión Visual</b>		
b)	Suplemento por postura anormal				Trabajos de cierta presión	0	0
	Ligeramente Incómoda	0	1		Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
	Incómoda (inclinado)	2	3		Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
	Muy Incómoda	7	7				
c)	Levantamiento de Pesos y Uso de Fuerza			g)	<b>Tensión Auditiva</b>		
	<i>Peso levantando o fuerza ejercida (kilos):</i>				Sonido continuo	0	0
	2,5	0	1		Intermitente y fuerte	2	2
	5	1	2		Intermitente y muy fuerte	5	5
	7,5	2	3		Estridente y fuerte	5	5
	10	3	4				
	12,5	4	6	h)	<b>Proceso bastante complejo</b>		
					Proceso complejo o atención muy dividida	1	1
	15	6	9		Muy complejo	4	4
	17,5	8	12			8	8
	20	10	15	i)	<b>Monotonía: Mental</b>		
	22,5	12	18		Trabajo algo monótono	0	0
	25	14			Trabajo bastante monótono	1	1
	30	19			Trabajo muy monótono	4	4
	40	33					
	50	58		j)	<b>Monotonía: Física</b>		
d)	<b>Intensidad de la luz</b>				Trabajo algo aburrido	0	0
	Ligeramente por lo debajo de lo recomendado	0	0		Trabajo aburrido	2	1
	Bastante por debajo	2	2		Trabajo muy aburrido	5	2
	Absolutamente Insuficiente	5	5				

