



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTANDARIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA  
REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA MAV MUEBLES DE RIOBAMBA MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS SLP Y 5S DEL LEAN  
MANUFACTURING.”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**WILLIAM ALEJANDRO SILVA ROBALINO**

**JOSÉ VICENTE VALLEJO VITERI**

Riobamba - Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTANDARIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA  
REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA MAV MUEBLES DE RIOBAMBA MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS SLP Y 5S DEL LEAN  
MANUFACTURING.”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES: WILLIAM ALEJANDRO SILVA ROBALINO**

**JOSÉ VICENTE VALLEJO VITERI**

**DIRECTOR: Ing. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO**

Riobamba - Ecuador

2023

**©2023, William Alejandro Silva Robalino & José Vicente Vallejo Viteri**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, William Alejandro Silva Robalino y José Vicente Vallejo Viteri, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

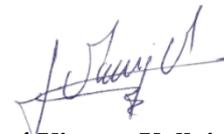
Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de noviembre del 2023



**William Alejandro Silva Robalino**

**C. I: 180478019-3**



**José Vicente Vallejo Viteri**

**C. I: 060552849-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que. El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, “**ESTANDARIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MAV MUEBLES DE RIOBAMBA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS SLP Y 5S DEL LEAN MANUFACTURING.**”, realizado por los señores: **WILLIAM ALEJANDRO SILVA ROBALINO** y **JOSÉ VICENTE VALLEJO VITERI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Miguel Ángel Pérez Bayas, Ph. D. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-11-16
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mg. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-11-16
Ing. Julio César Moyano Alulema, Mg. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-11-16

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación se lo quiero dedicar a mi familia, especialmente a mi madre pues han sido mis pilares fundamentales y mi apoyo para poder culminar exitosamente esta etapa de mi vida. También se lo dedico a mis amigos, quienes han sido parte fundamental de todo el proceso universitario y se han convertido en parte de mi familia.

Alejandro

Este trabajo de titulación está dedicado a mi familia quienes han significado un apoyo incondicional a lo largo de esta trayectoria dentro de la universidad, a mis amigos pues forman parte de la grata experiencia que me llevo luego de todo este proceso y especialmente a la memoria de mi padre, la cual día con día me brindó la fortaleza para seguir adelante y poder culminar con éxito esta etapa de mi vida.

José

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por guiarme para poder culminar mi carrera universitaria. También agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todos quienes conforman la carrera de Ingeniería Industrial por brindarme los conocimientos necesarios para formarme como profesional. Agradezco a mi familia por apoyarme siempre en cada etapa y ser mi pilar fundamental. Finalmente agradezco a mis amigos por compartir conmigo todos estos años y por brindarme su amistad sincera que espero perdure en el tiempo.

Alejandro

Agradezco principalmente a Dios por brindarme cada día la oportunidad de levantarme y seguir adelante en la vida, así como también la fortaleza y sabiduría para poder cumplir con las obligaciones de mi carrera universitaria; a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todas las personas que conforman la carrera de Ingeniería Industrial por ser esa guía de conocimiento que no solo forma excelentes profesionales, sino también personas de bien. Agradezco a mi familia por ser un apoyo bajo cualquier circunstancia y brindarme el aliento en los momentos precisos y finalmente agradezco a mis amigos por compartir tantas experiencias a lo largo de todos estos años y ofrecerme su calidez y amistad que trascienden las barreras de la amistad hasta convertirse en familia.

José

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1. <b>Planteamiento del problema</b> .....	2
1.2. <b>Justificación</b> .....	3
1.3. <b>Objetivos</b> .....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3

### CAPÍTULO II

2. <b>REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	5
2.1. <b>Antecedentes</b> .....	5
2.2. <b>Referencias teóricas</b> .....	6
2.3. <b>Lean Manufacturing</b> .....	7
2.3.1. <i>Bases y objetivos del Lean Manufacturing</i> .....	7
2.3.2. <i>Metodología 5S del Lean Manufacturing</i> .....	8
2.3.3. <i>Objetivos de la metodología 5S</i> .....	8
2.3.4. <i>Fases de la metodología 5S</i> .....	8
2.3.4.1. <i>Seiri (eliminar)</i> .....	8
2.3.4.2. <i>Seiton (ordenar)</i> .....	9
2.3.4.3. <i>Seiso (limpieza)</i> .....	9

2.3.4.4.	<i>Seiketsu (estandarizar)</i> .....	10
2.3.4.5.	<i>Shitsuke (disciplina)</i> .....	10
2.4.	<b>Distribución de planta</b> .....	10
2.4.1.	<i>Tipos de distribuciones de plantas</i> .....	11
2.4.1.1.	<i>Distribución orientada al proceso</i> .....	11
2.4.1.2.	<i>Distribución orientada al producto</i> .....	12
2.4.2.	<i>Principios de distribución de plantas</i> .....	12
2.4.3.	<i>Metodología utilizada para distribución de planta</i> .....	13
2.4.3.1.	<i>Metodología SLP (systematic layout planning)</i> .....	13
2.4.3.2.	<i>Esquema general SLP</i> .....	14
2.4.3.3.	<i>Software para la distribución de planta</i> .....	15
2.5.	<b>Simulación de procesos</b> .....	16
2.5.1.	<i>Flexsim</i> .....	16
2.6.	<b>Productividad</b> .....	17
2.7.	<b>Análisis del valor agregado (AVA)</b> .....	17
2.7.1.	<i>IVA</i> .....	18
2.7.2.	<i>IAVA</i> .....	18
2.8.	<b>Medición del tiempo</b> .....	18
2.8.1.	<i>Tiempo tipo o normal</i> .....	19
2.8.2.	<i>Tiempo estándar</i> .....	19
2.9.	<b>Mapeo del proceso</b> .....	19
2.9.1.	<i>Diagrama sinóptico de flujo de procesos</i> .....	20
2.9.2.	<i>Diagrama de hilos</i> .....	20
2.9.3.	<i>Cursograma analítico</i> .....	20

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	22
3.1.	<b>Tipo de estudio</b> .....	22
3.2.	<b>Tipo de investigación</b> .....	22
3.3.	<b>Enfoque</b> .....	22
3.4.	<b>Metodología</b> .....	23
3.5.	<b>Categorización de productos más demandados de MAV Muebles</b> .....	24
3.6.	<b>Población</b> .....	25
3.7.	<b>Plan de recolección de datos</b> .....	26
3.7.1.	<i>Técnica</i> .....	26
3.7.2.	<i>Instrumentos</i> .....	26

<b>3.8.</b>	<b>Descripción de la empresa</b> .....	27
<b>3.8.1.</b>	<i>Datos de la empresa</i> .....	27
<b>3.8.2.</b>	<i>Misión</i> .....	28
<b>3.8.3.</b>	<i>Visión</i> .....	28
<b>3.8.4.</b>	<i>Jornada laboral</i> .....	28
<b>3.8.5.</b>	<i>Identificación de los puestos de trabajo</i> .....	28
<b>3.9.</b>	<b>Descripción del proceso de elaboración del producto</b> .....	31
<b>3.9.1.</b>	<i>La silla metálica apilable</i> .....	31
<b>3.9.1.1.</b>	<i>Equipo necesario para la construcción</i> .....	32
<b>3.9.1.2.</b>	<i>Materia prima requerida</i> .....	32
<b>3.9.2.</b>	<i>Desarrollo del proceso</i> .....	33
<b>3.9.2.1.</b>	<i>Medición, trazado y corte</i> .....	33
<b>3.9.2.2.</b>	<i>Doblado</i> .....	34
<b>3.9.2.3.</b>	<i>Rectificado y escuadrado</i> .....	34
<b>3.9.2.4.</b>	<i>Perforados o taladrados</i> .....	35
<b>3.9.2.5.</b>	<i>Ensamblaje</i> .....	35
<b>3.9.2.6.</b>	<i>Soldadura</i> .....	35
<b>3.9.2.7.</b>	<i>Pre pintado</i> .....	36
<b>3.9.2.8.</b>	<i>Pintado</i> .....	37
<b>3.9.2.9.</b>	<i>Acabados de la silla</i> .....	37
<b>3.9.2.10.</b>	<i>Acabado final</i> .....	38
<b>3.9.3.</b>	<i>Diagramas de procesos para elaboración de artículos categoría A</i> .....	38
<b>3.10.</b>	<b>Contraste de metodología óptima para la distribución de planta</b> .....	45
<b>3.10.1.</b>	<i>Método CORELAP para redistribuir el área de producción de sillas apilables de la empresa</i> .....	45
<b>3.10.2.</b>	<i>Método de bloques adimensionales para las sillas apilables</i> .....	47
<b>3.11.</b>	<b>Simulación de alternativas planteadas mediante CORELAP y bloques adimensionales</b> .....	48
<b>3.11.1.</b>	<i>Alternativa planteada mediante CORELAP</i> .....	49
<b>3.11.2.</b>	<i>Alternativa planteada mediante bloques adimensionales</i> .....	51
<b>3.11.3.</b>	<i>Selección de la alternativa adecuada a las necesidades de MAV Muebles</i> .....	53
<b>3.12.</b>	<b>Evaluación de productividad con distribución inicial</b> .....	54
<b>3.13.</b>	<b>Plan de acción de acción para aplicación de 5S del Lean Manufacturing</b> .....	55
<b>3.14.</b>	<b>Resultados de la evaluación inicial de las 5S del Lean Manufacturing</b> .....	56
<b>3.14.1.</b>	<i>Seiri</i> .....	56
<b>3.14.1.1.</b>	<i>Dificultades y problemas</i> .....	57
<b>3.14.1.2.</b>	<i>Acciones propuestas</i> .....	57

3.14.2.	<i>Seiton</i> .....	58
3.14.2.1.	<i>Dificultades y problemas</i> .....	59
3.14.2.2.	<i>Acciones propuestas</i> .....	59
3.14.3.	<i>Seiso</i> .....	60
3.14.3.1.	<i>Dificultades y problemas</i> .....	61
3.14.3.2.	<i>Acciones propuestas</i> .....	61
3.14.4.	<i>Seiketsu</i> .....	62
3.14.4.1.	<i>Dificultades y problemas</i> .....	63
3.14.4.2.	<i>Acciones propuestas</i> .....	63
3.14.5.	<i>Shitsuke</i> .....	64
3.14.5.1.	<i>Dificultades y problemas</i> .....	64
3.14.5.2.	<i>Acciones propuestas</i> .....	65
3.15.	<b>Puntuación 5S inicial</b> .....	65

#### **CAPÍTULO IV**

4.	<b>RESULTADOS</b> .....	66
4.1.	<b>Resultados del estado final de la empresa</b> .....	66
4.1.1.	<i>Estado de la empresa luego de la implementación las 5s del Lean Manufacturing</i> 66	
4.1.2.	<i>La productividad luego de la redistribución y estandarización.</i> .....	69

#### **CAPÍTULO V**

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	73
5.1.	<b>Conclusiones</b> .....	73
5.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	74

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b>	Portafolio de productos más vendidos de MAV muebles.....	24
<b>Tabla 3-2:</b>	Categorización de Pareto para niveles ABC .....	24
<b>Tabla 3-3:</b>	Clasificación ABC de productos.....	25
<b>Tabla 3-4:</b>	Registro de producción de sillas apilables. ....	25
<b>Tabla 3-5:</b>	Datos de la empresa .....	27
<b>Tabla 3-6:</b>	Herramientas y máquinas para construcción. ....	32
<b>Tabla 3-7:</b>	Materiales para la construcción.....	32
<b>Tabla 3-8:</b>	Agrupación de relaciones por área de MAV muebles. ....	48
<b>Tabla 3-9:</b>	Resultados de la simulación sobre los estados de operarios. ....	53
<b>Tabla 3-10:</b>	Resumen de métricas del cursograma de elaboración de sillas apilables .....	54
<b>Tabla 3-11:</b>	Evaluación inicial de clasificación en el área de producción. ....	56
<b>Tabla 3-12:</b>	Evaluación inicial de ordenar en la empresa .....	58
<b>Tabla 3-13:</b>	Evaluación inicial de limpiar en el área de producción. ....	60
<b>Tabla 3-14:</b>	Cronograma de actividades de la fase Seiso.....	62
<b>Tabla 3-15:</b>	Evaluación inicial de estandarización en el área de producción. ....	62
<b>Tabla 3-16:</b>	Cronograma de actividades de la fase Seiso.....	63
<b>Tabla 3-17:</b>	Evaluación inicial de disciplina del área de producción.....	64
<b>Tabla 4-1:</b>	Evaluación inicial de disciplina del área de producción.....	66
<b>Tabla 4-2:</b>	Resumen de métricas del cursograma mejorado de elaboración sillas apilables	70
<b>Tabla 4-3:</b>	Tabla comparativa de cantidad de actividades en el proceso. ....	70
<b>Tabla 4-4:</b>	Tabla comparativa de indicadores del proceso.....	71

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Círculo de Frecuencia de Uso. ....	9
<b>Ilustración 2-2:</b>	Distribución orientada al proceso.....	11
<b>Ilustración 2-3:</b>	Distribución Orientada al Producto.....	12
<b>Ilustración 2-4:</b>	Esquema general del SLP .....	15
<b>Ilustración 3-1:</b>	Diseño metodológico .....	23
<b>Ilustración 3-2:</b>	Ubicación de MAV Muebles .....	27
<b>Ilustración 3-3:</b>	Área de corte.....	28
<b>Ilustración 3-4:</b>	Área de laminados. ....	29
<b>Ilustración 3-5:</b>	Área de doblado.....	29
<b>Ilustración 3-6:</b>	Área de pintura. ....	30
<b>Ilustración 3-7:</b>	Área de tapizado. ....	30
<b>Ilustración 3-8:</b>	Área de enfriado .....	31
<b>Ilustración 3-9:</b>	Proceso de medición y trazado.....	33
<b>Ilustración 3-10:</b>	Proceso de corte.....	33
<b>Ilustración 3-11:</b>	Proceso de doblado .....	34
<b>Ilustración 3-12:</b>	Proceso de rectificado .....	34
<b>Ilustración 3-13:</b>	Proceso de ensamble de estructura.....	36
<b>Ilustración 3-14:</b>	Proceso de preparación de estructura para pintado .....	37
<b>Ilustración 3-15:</b>	Proceso de tapizado .....	37
<b>Ilustración 3-16:</b>	Proceso final de ensamble.....	38
<b>Ilustración 3-17:</b>	Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de silla apilable. ....	40
<b>Ilustración 3-18:</b>	Diagrama de proceso para elaboración de sillas apilables.....	41
<b>Ilustración 3-19:</b>	Diagrama de proceso para elaboración de sillas de bar. ....	41
<b>Ilustración 3-20:</b>	Diagrama de proceso para elaboración de mesa cuadrada. ....	42
<b>Ilustración 3-21:</b>	Diagrama de hilos del proceso de producción de sillas apilables. ....	42
<b>Ilustración 3-22:</b>	Diagrama de hilos de producción de sillas de bar. ....	43
<b>Ilustración 3-23:</b>	Diagrama de hilos de producción de mesas cuadradas.....	43
<b>Ilustración 3-24:</b>	Matriz de relación de espacios. ....	45
<b>Ilustración 3-25:</b>	Ingreso de las relaciones entre departamentos en el software CORELAP. ..	46
<b>Ilustración 3-26:</b>	Orden departamental según su importancia. ....	46
<b>Ilustración 3-27:</b>	Layout adecuado de acuerdo con el CORELAP .....	47
<b>Ilustración 3-28:</b>	Identificación de los departamentos en el Layout resultante. ....	47
<b>Ilustración 3-29:</b>	Layout mediante el método de bloques adimensionales.....	48
<b>Ilustración 3-30:</b>	Simulación en FlexSim de la primera alternativa de distribución. ....	49

<b>Ilustración 3-31:</b>	Diagrama de barras de estado de elementos clave de alternativa 1. ....	50
<b>Ilustración 3-32:</b>	Diagrama circular de estado de operarios de alternativa 1. ....	51
<b>Ilustración 3-33:</b>	Simulación en FlexSim de la segunda alternativa de distribución.....	51
<b>Ilustración 3-34:</b>	Diagrama de barras de estado de elementos clave de alternativa 2. ....	52
<b>Ilustración 3-35:</b>	Diagrama circular de estado de operarios de alternativa 2. ....	53
<b>Ilustración 3-36:</b>	Diagrama de Gantt de implementación de 5S en MAV Muebles. ....	55
<b>Ilustración 3-37:</b>	Diseño de la tarjeta roja a utilizar en MAV Muebles. ....	57
<b>Ilustración 3-38:</b>	Aplicación de tarjetas rojas en el área de soldadura. ....	58
<b>Ilustración 3-39:</b>	Aplicación de tarjetas rojas en el área de doblado de tubería. ....	58
<b>Ilustración 3-40:</b>	Estación de tapizado ordenada. ....	60
<b>Ilustración 3-41:</b>	Toma de acción de actividades de limpieza. ....	62
<b>Ilustración 3-42:</b>	Representación gráfica de resultados 5s inicial.....	65
<b>Ilustración 4-1:</b>	Gráfica de araña del estado de %s luego de la intervención.....	68
<b>Ilustración 4-2:</b>	Implementación de redistribución (área de doblado). ....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE SILLAS APILABLES
- ANEXO B:** CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE SILLAS DE BAR
- ANEXO C:** CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE MESA RECTANGULAR
- ANEXO D:** CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO MEJORADO
- ANEXO E:** PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN FINAL.
- ANEXO F:** DIAGRAMA DE HILOS DISTRIBUCIÓN FINAL.
- ANEXO G:** APLICACIÓN DE TARJETAS ROJAS EN ÁREA DE DOBLADO DE TUBERÍA
- ANEXO H:** APLICACIÓN DE TARJETAS ROJAS EN ÁREA DE SOLDADO DE TUBERÍA

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación es de tipo técnico y aplicativo con un enfoque cuantitativo que tiene como objetivo estandarizar e implementar la redistribución del área de producción de la empresa MAV Muebles de Riobamba mediante la aplicación de la metodología SLP y 5S del Lean Manufacturing. Para lo cual se realizó un contraste del estado inicial de la empresa con el rendimiento y mejoras existentes luego de la intervención de los investigadores. Inicialmente la empresa tenía problemas relacionados a una distribución inadecuada debido a la falta de espacio y procesos sin estandarización, lo cual generaba desorganización, espacios poco seguros para los trabajadores y procesos lentos que reducían la capacidad competitiva y productiva de MAV muebles. Luego de la intervención de los investigadores se evidencian cambios positivos para el funcionamiento empresarial. En cuanto a la aplicación de las 5S se obtuvo una evaluación inicial del 14% que incrementa a un 70% luego de aplicada la metodología. Por otra parte, la adecuada redistribución del espacio y estandarización de los procesos de elaboración de sillas apilables fueron evaluadas mediante la medición del IVA y IAVA los cuales evidencian un incremento del 14.73% y del 9.44% respectivamente, así como también una reducción en los tiempos de producción, pasando de 3 horas 20 minutos a 2 horas con 56 minutos por unidad producida. En conclusión, una correcta distribución de los espacios, la estandarización de procesos y la aplicación de metodologías que permitan organizar el funcionamiento empresarial resultan muy beneficiosas para la capacidad productiva de una empresa ya que de este modo se genera mayor competitividad en el mercado y se garantiza la seguridad laboral y la calidad del producto. Por ello es recomendable ejecutar estas acciones en todas las empresas y de este modo favorecer el desarrollo industrial de la ciudad de Riobamba.

**Palabras clave:** <ESTANDARIZACIÓN>, <METODOLOGÍA SLP>, <METODOLOGÍA 5S>, <PRODUCCIÓN>, <LEAN MANUFACTURING>.

2295-DBRA-UPT-2023



## SUMMARY

The research is of a technical and applicative study with a quantitative approach that aims to standardize and implement the redistribution of the production area of MAV Muebles de Riobamba company through the application of the SLP methodology and 5S of Lean Manufacturing. For this purpose, a contrast was conducted between the initial state of the company and the current performance and improvements after the intervention of the researchers. At the beginning, the company had problems linked to an inadequate distribution due to the lack of space and processes without standardization, which caused disorganization, unsafe spaces for workers and slow processes that reduced the competitive and productive capacity of MAV company. With the intervention of the researchers, positive changes for the business operation are made evident. Regarding the application of the 5S, an initial evaluation of 14% was obtained, which increased to 70% after applying the methodology. On the other hand, the proper redistribution of space and standardization of the processes for the production of stackable chairs were evaluated by measuring the Value Added Ratio (VAR) and Activities Value Added Ratio (AVAR), which show an increase of 14.73% and 9.44%, respectively, as well as a reduction in production times, from 3 hours and 20 minutes to 2 hours and 56 minutes per unit produced. In conclusion, a correct distribution of space, the standardization of processes and the aptitude of the company's production processes have led to a reduction in production times, from 3 hours 20 minutes to 2 hours 56 minutes per unit produced. In conclusion, a proper distribution of spaces, the standardization of processes and the application of methodologies that allow the organization of business operations are highly advantageous for the productive capacity of a company, since it generates more competitiveness in the market and guarantees labor safety and product quality. It is therefore strongly recommended to implement these actions in all companies and thus promote the industrial development in Riobamba city.

**Key words:** < STANDARDIZATION >, < SLP METHODOLOGY >, < 5S METHODOLOGY >, < PRODUCTION >, < LEAN MANUFACTURING >.



**Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.**

**C.I. 060311780-5**

## **INTRODUCCIÓN**

La aplicación de mejoras en la distribución de una empresa implica un profundo análisis del flujo productivo. Esto permite identificar los puntos que con mejora permitirán agilizar tiempos de producción y sobre todo generar ambientes laborales seguros, eficientes y competitivos capaces de responder de manera ágil a las demandas del mercado manteniendo altos estándares de calidad. (Castillo y Cordova 2022, p. 7-10).

Por otra parte, las 5S representan un conjunto de principios aplicados en la gestión y mejora de procesos de manufactura y se centran en una organización eficiente del área laboral, así como también en la promoción de eficacia, seguridad y calidad contribuyendo a una cultura organizacional de excelencia y sobre todo a la mejora continua de una empresa. (Flores y Núñez 2022, p. 18-25)

El presente trabajo es una investigación de campo de tipo explicativo cuantitativo, puesto que evalúa datos tomados dentro de la empresa, estableciendo una relación numérica en los procesos productivos antes y después de la intervención de los investigadores tanto con la implementación de las 5S del Lean Manufacturing como con la redistribución del área productiva para estandarizar procesos y mejorar el rendimiento de MAV muebles. Esta investigación busca generar una adecuada distribución del área de producción de la empresa MAV muebles, además se busca implementar la metodología de las 5S del Lean Manufacturing para alcanzar beneficios como la optimización de recursos, una reducción en los tiempos de producción, ambientes de trabajo seguros y principalmente favorecer el crecimiento de la empresa, asegurando a los clientes la calidad de sus productos.

Analizar los déficits de producción nos permite identificar los parámetros que presenten comportamientos por debajo de lo ideal ya que de esta manera se puede corregirlos para mejorar el nivel productivo de la empresa y por ende aportar al crecimiento no solo de la institución sino de la ciudad de Riobamba a nivel industrial.

Dentro del contexto de mejorar la eficiencia y productividad en la empresa MAV Muebles, la organización y disposición del área de producción emerge como un factor crítico a ser cuidadosamente examinado. La forma en que los espacios de trabajo están configurados y utilizados desempeña un papel de suma importancia en la optimización de los procesos productivos y en la calidad de los productos finales.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

La fabricación de muebles es una de las industrias de la economía ecuatoriana que se encuentran dentro del aparato productivo del país. Según datos del Banco Central del Ecuador – BCE, existe un crecimiento de este sector a través de los años, ubicándose en el puesto 42 de 47 industrias a nivel nacional, con un aporte de \$345,4 millones de dólares en 2019 (0,32% del PIB) y, una tasa promedio de variación anual de 6,9% entre 2007 y 2019 sin embargo es uno de los sectores productores con menor crecimiento a nivel organizacional e industrial (Sánchez et al. 2021, p. 1).

MAV MUEBLES es una pequeña empresa de nivel artesanal riobambeña fundada en el año 1969, por lo que desde sus inicios han manejado un estilo de producción empírico y con muy poca actualización a los tiempos modernos e industrializados en los que nos encontramos actualmente. Una gran parte de los productores de muebles de acero son artesanales y solo pocas empresas recurren a un análisis profundo de los procesos de elaboración de sus productos, restándole importancia a la adecuada distribución, estandarización del proceso y correcta señalización de espacios ya que tienen un enfoque más orientado al cumplimiento de la demanda sin fijarse en el crecimiento que la empresa puede llegar a alcanzar si se optimizan adecuadamente los recursos (De la Cruz 2014, p. 24-26).

Por otro lado, los espacios destinados a la producción de la empresa no establecen un flujo adecuado del proceso para la fabricación de los artículos que ofertan. Además, no cuentan con área de limpieza por lo que los desechos de la producción se almacenan por largos tiempos en dentro del mismo espacio de trabajo, generando un ambiente desorganizado que a largo plazo genera mayores gastos en cuanto al mantenimiento de los equipos. La empresa también carece de espacios específicos para el almacenamiento de materiales, por lo que muy recurrentemente son extraviados y requieren reposiciones continuas lo que genera gastos innecesarios para la empresa. Todos estos parámetros han generado que la producción de MAV muebles requieran de tiempos prolongados para poder cumplir con las demandas de sus clientes, generando una empresa poco competitiva y con requerimientos de mejoras que puedan potencializar su funcionamiento y posicionamiento dentro del mercado (Veloz, Vásquez y Arrascue 2020, p. 2-3) .

## **1.2. Justificación**

A medida que transcurre el tiempo el hombre ha buscado satisfacer necesidades mediante la elaboración de productos aprovechando el máximo de recursos. La industrialización ha incrementado tanto la demanda como la oferta por lo que se requiere de un análisis de los procesos de elaboración de productos que permita optimizar todos los recursos de la empresa. Al llevar a cabo una redistribución en el área de producción de MAV muebles, se permitiría una notable mejoría en el flujo de la materia prima a través de cada estación de trabajo, evitando desperdicio de tiempo y mejorando la economía de la empresa, puesto que al tener un orden adecuado de las actividades que involucran el desarrollo del artículo a fabricar se obtiene mayor rendimiento en la productividad de la empresa. Siendo capaces de generar más artículos en menos tiempo y debido a ello, abarcar más contrataciones que promuevan la competitividad de MAV muebles.

Una estandarización de procesos y la correcta señalización de las zonas de trabajo permite que los operarios que laboran en la planta cuenten con los espacios y procesos adecuados y necesarios para realizar sus funciones de manera eficiente y por ende generar una optimización de los recursos para competir en el mercado, y entregar un mejor servicio al consumidor mejorando el problema de la entrega de productos a destiempo (Gómez, 2021, p. 8-10).

Por otra parte, la metodología de las 5's logra que la organización se adapte al momento de su implementación dejando como resultado el mejorar los tiempos, es decir, reducirlos de tal forma en la que el proceso se vuelva más proactivo, eficaz y eficiente y así como el desarrollar la creatividad, crecimiento y comunicación del personal operativo ya que al estandarizar su área de trabajo, garantizamos su seguridad y autoestima al tener un ambiente laboral organizado y estable (Arroba 2022, p. 14-15).

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo general***

Estandarizar e implementar la redistribución del área de producción de la empresa MAV Muebles de Riobamba mediante la aplicación de las metodologías SLP y 5S del Lean Manufacturing.

### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Analizar la situación inicial de la empresa para sentar una línea base de los procesos y sus indicadores con el fin de identificar oportunidades de mejora.

- Proponer alternativas de distribución mediante CORELAP y Bloques adimensionales para evaluarlas y establecer la opción que se adecue a las necesidades de la empresa utilizando FlexSim para su simulación.
- Implementar la distribución seleccionada en el área de producción del artículo con mayor demanda de la empresa.
- Implementar la técnica de las 5s del Lean Manufacturing y contrastar los resultados obtenidos antes y después de la implementación.
- Estandarizar el proceso de producción del producto con mayor demanda de la empresa y evaluar los indicadores obtenidos antes y después de la intervención de los investigadores.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

El mundo se encuentra en constante cambio, es así como el sector industrial no ha sido la excepción en cuanto a las modificaciones que la globalización ha generado en la industria, en un inicio las labores industriales se ejecutaban de manera empírica, sin contar con un orden o estructura definida, con la única finalidad de crear bienes para lograr réditos económicos, sin embargo, con el paso de los años debido al incremento de la demanda, el cambio y evolución constante de las necesidades humanas ha exigido al sector industrial a innovaciones y búsquedas permanentes de mejoramiento de todos los recursos y elementos que participan en la cadena de producción. (Gómez 2021, p. 3-4)

Dentro del desarrollo y evolución de las industrias a nivel global, desde sus primeros indicios de vida dentro del marco de la primera revolución industrial y posteriores acontecimientos afines, se fueron dando avances cada vez más significativos en cuanto al funcionamiento ideal que debía mantener una industria para cumplir con la demanda del producto que ofertaban, como se mencionaba anteriormente la mayoría de las labores que se desarrollaban dentro de las industrias eran manuales netamente y poco a poco se vieron apoyadas por el uso de herramientas que se fueron especializando cada vez más hasta que se vieron involucradas las máquinas especializadas para el trabajo que se debía desempeñar. (Tjusila, Gozali y Doaly 2021, p. 1-2)

El progreso de la industrialización se vio inculcada por la aplicación de técnicas de mejora y organización del trabajo en los pequeños emprendimientos que se iban dando a lo largo de los años, dentro del marco nacional la industria de muebles ha sido un sector que tiene potencial para ser explotado. Es importante mencionar que las provincias de Pichincha, Azuay, Guayas, Manabí y Tungurahua son las provincias que abarcaron casi el cien por ciento de las ventas locales de muebles sin embargo esas ventas se centran en muebles completamente de madera, siendo la fabricación muebles de metal y madera la segunda actividad con más participación dentro de estas venta, lo cual marca una pauta para que se pueda tener una participación más representativa en dicho sector con el uso de técnicas de mejora continua para obtener productos de mejor calidad y con precios competitivos (Sánchez et al. 2021, p. 4).

## 2.2. Referencias teóricas

En el 2022 se realiza una publicación en donde se aplica la metodología 5S para la mejora de productividad en una empresa productora de papeles absorbentes, con el objetivo de determinar en qué medida la aplicación del 5S mejorar la productividad de la línea de papel higiénico institucional. Como resultado se obtuvo mejoría e incremento de la producción de rollos institucionales en un 64%, dejando en evidencia el impacto que tuvo el identificar las áreas más críticas e implementar diversas mejoras como el implemento de lugares fijos tantos para los implementos de limpieza como para los insumos correspondientes a la producción de rollos. (Arroba 2022, p. 68)

Otro artículo desarrollado en la ciudad de Ambato detalla el proceso de implementación de redistribución de la planta con la finalidad de optimizar los procesos de producción de la empresa “PIONERO”, obteniendo como resultado un costo de fabricación de un par de zapatos \$ 2,01 antes de aplicada la redistribución, mientras que al realizar los estudios y hacer las mejoras se logró un costo de \$ 1,46 teniendo con lo propuesto un ahorro de \$ 0,55 (De la Cruz 2014, p. 24).

SLP es una metodología de planeamiento de distribución en planta desarrollada por Richard Muther en 1968 que ha sido utilizada predominantemente en el área industrial. Esta técnica, conocida como Systematic Layout Planning, utiliza criterios cuantitativos para diseñar la distribución de la planta con el objetivo de mejorar la productividad y reducir los costos. Muchas empresas utilizan este método para tomar decisiones y determinar la mejor solución para su distribución de planta.

El uso de SLP no solo ayuda a optimizar el diseño de la planta, sino que también puede reducir costos en otras áreas del proceso, como el mantenimiento. Antes de planificar cualquier diseño, es importante recopilar todos los detalles relacionados con el proceso de producción y el flujo de materiales para tener en cuenta cada detalle y consolidar la mejor opción. Es esencial evaluar los efectos a largo plazo de cualquier modificación antes de realizar cualquier cambio en la distribución de las instalaciones, y los gastos deben justificarse y tener una base sólida.

Además, es necesario conocer las necesidades de espacio para cada una de las actividades involucradas y comparar la superficie disponible con el área total necesaria para evitar planes sobre un espacio que no se posee. En resumen, SLP es una técnica efectiva para resolver problemas de distribución de planta y puede mejorar la productividad y reducir costos, pero requiere una planificación cuidadosa y consideración de todos los factores involucrados (Álvarez, De Ávila y Hurtado 2022, p. 4).

Por otra parte, en la ciudad de Lima, durante el año 2019 se realizó un trabajo de investigación en donde se aplica el Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado, concluyendo que la aplicación de las 5S aumenta la productividad en la empresa de calzado de 0.17 a 0.27 unidades producidas/tiempo real, incrementa también la eficacia en la empresa de calzado de 0.13 a 0.229 unidades producidas / tiempo que tomó las actividades y la eficiencia en la empresa de calzado de 0.75 a 0.858 tiempo real empleado por los operarios / tiempo total empleado por los operarios (Degregori y Izquierdo 2019, p. 63-65).

Finalmente, en Perú se publica un artículo donde se aplica Lean Manufacturing (5s y Kaizen) con el objetivo de incrementar la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera donde al culminar la aplicación de las 5S, se obtuvo como resultado de auditoría el valor promedio de 4.03 de productividad al reducir los tiempos innecesarios por búsqueda de materiales y por transporte del personal, además de mejorar la organización y la limpieza del área de producción de adhesivos acuosos y se redujo el tiempo de proceso de fabricación del producto con mayor índice de ventas en el área de producción de adhesivos acuosos aplicar la metodología Kaizen (Vargas y Camero 2021, p. 1).

### **2.3. Lean Manufacturing**

En el año 1991 se conceptualizó y democratizó el término “Lean Manufacturing” debido a la publicación que realizaron tres investigadores del MIT, James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos, dicha publicación es un libro titulado “*The machine that Changed the World*” en el que menciona Lean como “magro” haciendo referencias mantener una búsqueda constante de reducir desperdicios (Toyota 2022, p. 5) y que solo se trabaje con lo indispensable para agregar valor al producto entendiéndose como desperdicios incluso a los procesos o actividades que consumen más recursos de los que sean necesarios (Lema y Apupalo 2019, p. 15).

#### **2.3.1. Bases y objetivos del Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es un concepto que nace luego de la Segunda Guerra Mundial en las adversidades que esta situación trajo consigo para la empresa Toyota como tener escasez ya que el sector automotriz se volvió altamente competitivo, es por eso que, mediante la inspiración en modelos innovadores de los fundadores de la marca, los ingenieros Eiji Toyoda y Taiichi Ohno desarrollaron un sistema productivo mucho más eficiente; así va apareciendo y cimentándose el Toyota Production System o TPS que consiste en hacer el trabajo de la mejor manera, más rápido, a menor costo y de una manera más agilizada; reduciendo los desperdicios, centrándose en las necesidades del cliente y estabilizando la calidad de vida y seguridad de los trabajadores.

Para lograr esos objetivos el TPS se apoya en dos conceptos clave:

- Jidoka, automatización del proceso en pro de la autonomía del trabajador.
- Just InTime, ajustar la producción para que fluya y se logre satisfacer la demanda. (Toyota 2022, p. 5)

### **2.3.2. Metodología 5S del Lean Manufacturing**

Corresponde a una metodología que se enfoca en la mejora que tiene su origen en Japón mediante la clasificación, orden y limpieza, estandarización y disciplina esta metodología tiene como objetivo el orden absoluto del puesto de trabajo. (Vargas y Camero 2021, p. 2-3)

Se menciona también que se pueden evidenciar ciertos síntomas en el área de trabajo que nos sugieren aplicar la metodología, Lema y Apupa (2019) en su trabajo de titulación mencionan algunos como un aspecto sucio del taller, desorden, estanterías completamente abarrotadas, soluciones provisionales de los inconvenientes, una cultura de poco o nulo interés de los operarios por sus áreas de trabajo, etc.

### **2.3.3. Objetivos de la metodología 5S**

De acuerdo con distintos autores que han estudiado y han realizado la implementación de esta metodología de mejora se afirma que el principal objetivo es evitar y en lo posible eliminar aquellos síntomas que representen retrasos o esperas para el correcto funcionamiento de la organización, en otras palabras, procurar no tener síntomas disfuncionales dentro de los procesos y las áreas que conforman estos procesos (Antón y Clavijo 2019, p. 10).

### **2.3.4. Fases de la metodología 5S**

#### **2.3.4.1. Seiri (eliminar)**

Es la primera S que tiene como concepto la eliminación de lo innecesario en el lugar de trabajo o que en su defecto no agreguen valor al producto final. Dentro de las pequeñas y medianas empresas se pueden aplicar técnicas de identificación de los objetos que no se tenga claro si aportan o no aportan al proceso y producto mediante la utilización de tarjetas rojas 5s en las cuales se registran datos como:

- Nombre del objeto
- Categoría (máquina, herramienta, elemento eléctrico, etc.)
- Tipo de incidencia (innecesario, defectuoso, roto, etc.)

- Tipo de acción correctiva requerida (desechar, reubicar, retornar, etc.) (Manzano y Gisbert 2018, p. 7)

#### 2.3.4.2. Seiton (ordenar)

Este término hace referencia a ordenar los elementos que anteriormente clasificamos como necesarios en la fase Seiri, de tal manera que resulte mucho más sencillo encontrar y tener a disposición estos elementos para el desempeño del trabajo y también fomentar la cultura de que las cosas vuelvan a un lugar específico luego de ser utilizados, esto se logra con la delimitación de las de las diferentes áreas para trabajar así como zonas de almacenaje y zonas que serán exclusivamente de paso; por otro lado, evaluar si es que los espacios son los adecuados para la actividad que se esté desarrollando. (Antón y Clavijo 2019, p. 36)

Es importante realizar una diferenciación de los elementos y saber en qué lugares se pueden colocar los diferentes, para ello Manzano y Gisbert (2018) proponen el siguiente esquema que se basa en la frecuencia de uso de los equipos.



**Ilustración 2-1:** Círculo de Frecuencia de Uso.

**Fuente:** (Manzano y Gisbert 2018, p. 8)

#### 2.3.4.3. Seiso (limpieza)

Es la tercera S y se refiere a la integración de un momento de limpieza dentro del área de trabajo para reducir los posibles defectos que se pueden provocar por un ambiente en malas condiciones de esta manera se puede detectar el origen de la suciedad y evitar consecuencias desfavorables para el proceso.

La idea de esta etapa de las 5s es que poco se vaya acoplado el trabajador al acto de limpieza y no lo vean como una actividad extra, obteniendo sobre todo un impacto visual alto y positivo para el estado de las instalaciones y elementos que componen el proceso productivo. ((Manzano y Gisbert 2018, p. 9)

#### *2.3.4.4. Seiketsu (estandarizar)*

Esta “S” o fase de la metodología tiene como fin establecer una rutina y de esa manera poder mantener implantadas las tres primeras fases. Esta fase trae consigo a varias ventajas como lo son mantener los logros que se obtuvieron con las tres primeras “S”, la elaboración de estándares de limpieza y cumplimiento, creación de hábitos y minimización de errores y fallas (Antón y Clavijo 2019, p. 37). Si enmarcamos este concepto dentro de una pequeña o mediana empresa se pueden aplicar técnicas como la rotulación para que se logre un impacto visual positivo en el operario y que solo de un vistazo rápido se pueda saber la disposición de herramientas y materiales necesarios para su desenvolvimiento (Manzano y Gisbert 2018, p. 9).

#### *2.3.4.5. Shitsuke (disciplina)*

Esta es la última fase de la metodología de las 5s, no obstante, a lo largo de la implementación de las anteriores fases siempre debe estar presente la disciplina, sin embargo, esta última “S” se enfoca en mantener los procedimientos, así como la cultura de organización y limpieza perdure a lo largo del tiempo y las personas que colaboran con la empresa (Antón y Clavijo 2019, p. 37).

### **2.4. Distribución de planta**

La distribución de planta es un concepto que abarca una gran cantidad de componentes, la cual implica términos como el análisis, diseño y estudio físico de instalaciones, con el propósito de lograr la colocación adecuada de los recursos que se ven involucrados en el proceso de producción de un bien.

La ubicación de la maquinaria, disposición de los distintos departamentos y por consiguiente las estaciones de trabajo presentes en cada una de estas dependencias, pasillos, áreas conjuntas, áreas de almacén de un establecimiento productivo son factores que se deben considerar para un diseño de planta adecuada (De la Cruz, 2014, p. 6-8).

Por otra parte, también existe la posibilidad de readecuar plantas ya existentes que han sido implementadas en instalaciones inadecuadas ya sea por readecuación, reubicación o porque desde

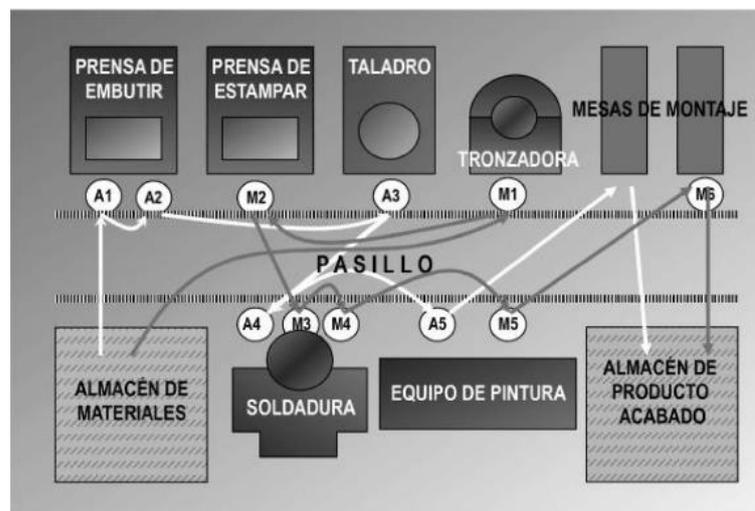
el inicio fueron implementadas sin un estudio o planificación previo que garantice un correcto flujo de los procesos.

La finalidad de la distribución de plantas es lograr una eficiente productividad que genere mejores beneficios económicos a la empresa reduciendo la cantidad de: desperdicios, tiempos, movimientos y procesos innecesarios para así alcanzar una fluidez en la circulación de los materiales, recursos humanos, y de la información a lo largo de la cadena de producción, garantizando de esta manera la seguridad del personal y generando productos de calidad que satisfagan las necesidades de los consumidores (Barón y Zapata 2012, p. 18).

### 2.4.1. Tipos de distribuciones de plantas

En lo referente a la planificación de la distribución de los procesos y de las actividades que se ejecutan en una planta de manufactura, se cuenta básicamente con dos modelos de los cuales siendo más analistas se reconocen otros tipos de distribución.

#### 2.4.1.1. Distribución orientada al proceso



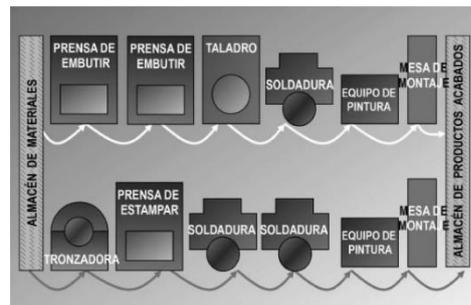
**Ilustración 2-2:** Distribución orientada al proceso.

Fuente: (Barón y Zapata 2012, p. 19-21).

Hace referencia a su nombre ya que el proceso está enfocado en agrupación de estaciones de trabajo de forma funcional sin tener en cuenta el producto, agrupando a los operadores de acuerdo con actividades similares en determinadas áreas, este tipo de producción es por lotes, el cual presenta la característica de ser flexible con mayor variedad de productos. (Arbós 2021, p. 20-23).

#### 2.4.1.2. Distribución orientada al producto

Esta distribución busca un flujo inmediato de los productos, también es conocido como distribución en cadena debido a que es muy común en las cadenas de montaje, a diferencia de la distribución orientada al proceso se busca un flujo constante y secuencial del material, por lo tanto, los equipos y herramientas necesarias son agrupados uno al lado de otro en base a las operaciones requeridas para la elaboración del bien. Esto reduce factores como el tiempo, procesos y costos de producción, generando bienes con un alto nivel de homogeneidad, siendo necesario la estandarización, debido a ello limita la variabilidad de producción, pero incrementando la magnitud, siendo factible cuando se tiene alta y constante demanda de un mismo producto (Barón y Zapata 2012, p. 19-21).



**Ilustración 2-3:** Distribución orientada al producto

Fuente: (Barón y Zapata 2012, p. 19-21).

#### 2.4.2. Principios de distribución de plantas

Los principios de la distribución de plantas son un conjunto de consideraciones a las que una planta productiva debe sujetarse de tal manera que se lleven los procesos de la manera más organizada y controlada posible. Estas consideraciones incluso permiten el análisis del estado actual empresa en cuanto a la medición del trabajo y estudio de tiempos, así también permiten desarrollar una propuesta de distribución que se ajuste a objetivos futuros de la organización que desee aplicar una redistribución. Néstor De la Cruz (2014) expone estos principios como sigue:

- **Principio de integración de conjunto:** Se refiere a que la distribución deberá integrar de manera armónica los cuatro aspectos que componen una organización productiva como son la mano de obra, la materia prima, la maquinaria y aquellas actividades auxiliares de funcionamiento y abastecimiento.

- **Principio de mínima distancia recorrida:** Este principio prioriza que entre las operaciones y las áreas que engloba el proceso de producción tengan las distancias más pequeñas posible. (De la Cruz 2014, p. 28-29)
- **Principio de flujo de materiales:** Se refiere a que debe existir una concordancia entre la distribución o disposición física de las instalaciones de la planta con el orden en que se deben realizar las operaciones, teniendo en cuenta también los demás principios.
- **Principio de espacio cúbico:** Principio que busca que se utilice de manera efectiva todo el espacio del que se dispone considerando los tres ejes espaciales. (De la Cruz 2014, p. 28-29)
- **Principio de flexibilidad:** Se refiere a la búsqueda de que la distribución se adapte a los cambios como puede ser la elaboración de productos secundarios de manera que no se requieran gastos excesivos y que los ajustes no sean conflictivos con el funcionamiento general de la planta.
- **Principio de seguridad:** Distribuir el espacio y áreas teniendo en mente los factores de riesgo a los que pueden estar sujetos los colaboradores de la empresa con el fin de lograr que las actividades se realicen de una manera satisfactoria durante los periodos que se vaya a trabajar. (De la Cruz 2014, p. 28-29)

### 2.4.3. Metodología utilizada para distribución de planta

#### 2.4.3.1. Metodología SLP (*systematic layout planning*)

Esta metodología tiene lugar en la década de los sesenta de la mano de R. Muther que lo presentó como un plan para distribuir una planta, con el paso de los años el Systematic Layout Planning se volvió una técnica muy popular en el mundo ya que ayudaba a la resolución de problemas de distribución dentro de las organizaciones, es un método en el que se consideran valores cuantitativos para distintos criterios que permiten obtener una mejor distribución en cuanto su nivel de productividad y reduzca los costos en los que la organización incurre, uno de los aspectos que más se ve beneficiado es el de mantenimiento. (Álvarez, De Ávila y Hurtado 2022, p. 3) Mencionan en su aplicación de la metodología SLP para redistribución que R. Muther establece cuatro fases de esta metodología:

- **Fase I: Localización**

Se debe tener en cuenta el área que se va a organizar, en el caso de que sea una redistribución se debe analizar el espacio del que se dispone, aunque también debe analizarse factores como macro localización y micro localización

- **Fase II: Planteamiento general**

En esta fase ya se dispone de la superficie total que se puede analizar y se procede a la identificación de sectores, áreas y los recorridos para que se tenga una idea clara de aquellas partes más relevantes del área de producción. (Álvarez, De Ávila y Hurtado 2022, p. 3)

- **Fase III: Planteamiento detallado**

Aquí tiene lugar el análisis y determinación del emplazamiento de los elementos físicos como las máquinas y equipos en los espacios que se determinaron en la fase anterior.

- **Fase IV: Instalación**

Esta fase tiene que ver con la documentación necesaria para que el cambio o la propuesta de diseño se puedan dar, así como un reporte de los desplazamientos requeridos de las máquinas y equipos. (Álvarez, De Ávila y Hurtado 2022, p. 3)

#### 2.4.3.2. *Esquema general SLP*

El esquema de la metodología SLP se maneja mediante el análisis, búsqueda y selección. Los cuales se ejecutan mediante etapas analizando a profundidad cada uno de ellos.

#### **Etapas I: Análisis**

El análisis representa el punto de partida del trabajo, comenzando con la recolección de información necesaria para evaluar el estado general e inicial de la empresa, tomando datos sobre los bienes, procesos necesarios en la fabricación de los productos y los materiales que se requieren para generar un producto, así como también establecer el recorrido que realiza el material a lo largo de cada estación de trabajo, tomando en cuenta las interacciones presentes. Este proceso analítico no permite estimar la cantidad de espacio físico disponible y la de espacio necesario para la ejecución adecuada de los procesos. (Barón y Zapata 2012, p. 27-28)

La información recolectada se maneja con ayuda de diagramas para un adecuado control, interpretación y tabulación. Entre ellos podemos recalcar:

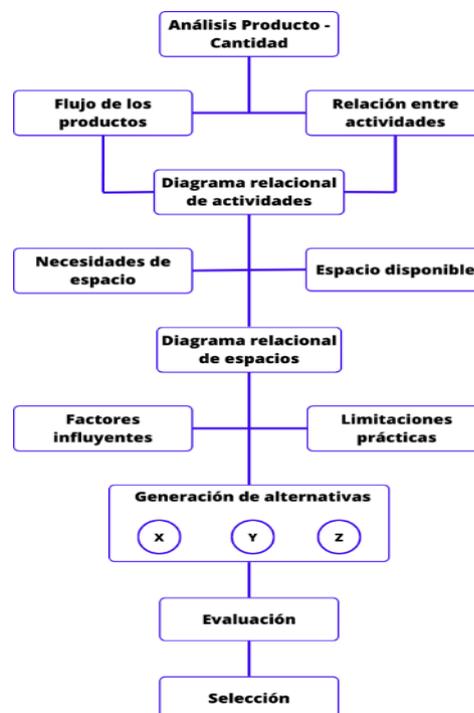
- Flujograma de operaciones
- Cursograma analítico del proceso
- Diagramas de hilos
- Diagramas de recorridos
- Diagrama de relaciones, entre otros.

## Etapa II: Búsqueda

Como en esta etapa se cuenta con información necesaria, se centra en la exploración de diferentes propuestas para la distribución tomando como base la cantidad de espacio físico disponible, mediante cálculos realizados de los espacios necesarios se realiza una confrontación con el espacio con el que cuenta la empresa, teniendo presente todas las condiciones y agentes críticos, con la finalidad de lograr la distribución que genere los beneficios que la empresa desea. (Barón y Zapata 2012, p. 27-28)

## Etapa III: Selección

Planteadas varias propuestas en la etapa II, la selección valora cada una de ellas tomando en cuenta los factores adecuados para lograr el óptimo desempeño del recurso humano, maquinaria y flujo adecuado de material, es decir, se selecciona la propuesta que se ajuste adecuadamente con los lineamientos y metas de la empresa. (Barón y Zapata 2012, p. 27-28)



**Ilustración 2-4:** Esquema general del SLP

Fuente: (Barón y Zapata 2012, p. 28).

### 2.4.3.3. Software para la distribución de planta

Para el desarrollo de la distribución de planta se requiere de herramientas las cuales tienen cierto grado de dificultad para realizarla de manera manual por lo cual es conveniente apoyarse en el uso de software especializado en la elaboración y simulación, pues facilitan el trabajo de selección de entre las opciones recomendadas, y brindan un estimado de cual resulta ser la óptima para

implementar, teniendo el desarrollador la decisión final en base a los datos obtenidos, es así que a continuación tenemos algunos de los softwares disponibles. (Tjusila, Gozali y Doaly 2021, p. 3)

- Craft
- Aldep
- Blocplan
- Multiple
- Mcraft
- Software layout VT
- Corelap

## 2.5. Simulación de procesos

La simulación de procesos en ingeniería industrial es una herramienta esencial que permite modelar y analizar el funcionamiento de sistemas y operaciones industriales en un entorno virtual. En lugar de depender exclusivamente de la observación o experimentación en el mundo real, los ingenieros pueden crear modelos computarizados que representen con precisión el comportamiento de procesos complejos. Esto facilita la identificación de ineficiencias, la optimización de recursos y la toma de decisiones informadas, lo que resulta en mejoras significativas en la eficiencia, la calidad y la rentabilidad en una variedad de industrias.

### 2.5.1. *Flexsim*

FlexSim es un software de simulación de procesos y sistemas diseñado para el campo de la ingeniería industrial. Su principal objetivo es modelar y analizar operaciones complejas dentro de una variedad de industrias, permitiendo a los ingenieros industriales y profesionales de la gestión tomar decisiones más informadas y eficientes. (Landaverde 2017, p. 25)

- **Modelado de Procesos:** FlexSim permite a los ingenieros crear modelos detallados de sistemas y procesos industriales. Esto incluye la representación visual de instalaciones, flujos de trabajo y recursos, lo que facilita la comprensión completa de la operación.

**Simulación Dinámica:** Una de las características más poderosas de FlexSim es su capacidad para simular sistemas en tiempo real. Los usuarios pueden ejecutar escenarios hipotéticos y observar cómo afectan a la producción, los tiempos de ciclo y otros indicadores clave de rendimiento. (Landaverde 2017, p. 25)

- **Optimización de Operaciones:** El software permite a los ingenieros evaluar y optimizar procesos existentes. Pueden identificar cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora, lo que conduce a una mayor eficiencia operativa y ahorros de costos.

**Diseño de Instalaciones:** FlexSim es útil en el diseño y rediseño de instalaciones industriales. Los usuarios pueden planificar el diseño de fábricas, almacenes y sistemas de logística, lo que reduce errores y costos de construcción. (Landaverde 2017, p. 25)

## 2.6. Productividad

La productividad se define como los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, es decir el valor de los productos (bienes o servicios) que se divide entre los valores de los recursos (costo de mano de obra, costo de equipos, etc.) que se han usado como insumos.

La medición de la productividad tiene como objetivo primordial mejorar el nivel de vida de las personas, con el mejoramiento de la productividad se puede aumentar la remuneración del trabajo, el capital de la empresa y beneficios de ley que ayuden a un mejor desenvolvimiento de las personas que conformen una empresa u organización. Es por ello, que cuando se incremente la productividad los precios tiendan a bajar, debido a que se está produciendo más con los mismos recursos que dispongan una empresa u organización. (Espejo 2011, p. 48)

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Cantidad\ de\ recursos\ empleados} \quad (1)$$

## 2.7. Análisis del valor agregado (AVA)

El análisis de valor agregado dentro de la inspección de los procedimientos en uso en la actualidad brinda la oportunidad de detectar problemas y deficiencias que influyen en la percepción del cliente. Estos problemas pueden ser abordados mediante mejoras a corto plazo, especialmente a través del enfoque de mejora de procesos propuesto en este proyecto. Por último, se desarrollarán dos posibles soluciones y se elegirá aquella que presente los indicadores más altos en términos de Índice de Valor Agregado (IVA) e Índice de Actividades de Valor Agregado al Cliente (IAVA). (Aldás, 2019)

### 2.7.1. IVA

Este indicador está relacionado con el tiempo que representan las actividades que agregan valor dentro de un proceso productivo, siendo un indicador que determina si es que el proceso es efectivo cuando supera el 75%. La expresión matemática que define este indicador es la siguiente:

$$IVA = \frac{TVA}{TT} * 100 \quad (2)$$

Siendo (TVA) el tiempo de valor agregado, (TT) el tiempo total del proceso. (Dávila, 2018)

### 2.7.2. IAVA

Este indicador proporciona el porcentaje en que están presentes la cantidad de acciones que agregan valor al producto, generalmente son operaciones, y se los relaciona frente a la cantidad total de actividades o pasos que tiene el proceso, en ese contexto siempre se recomienda que este indicador sea lo más alto posible. La expresión matemática que define este indicador es la siguiente:

$$IAVA = \frac{\#AAV}{\#AT} * 100 \quad (3)$$

Donde (#AAV) es la cantidad de actividades que agregan valor y (#AT) cantidad de actividades totales presentes en el proceso. (Aldás, 2019)

## 2.8. Medición del tiempo

La evaluación del desempeño laboral en una organización resulta altamente beneficiosa, puesto que permite la identificación y eliminación de tiempos ineficientes en los procedimientos, la búsqueda constante de mejoras, la comparación de diversos métodos tomando como referencia sus tiempos, la distribución equitativa del trabajo entre los equipos o grupos, y la determinación de la carga laboral adecuada para cada individuo, entre otros aspectos cruciales. Antes de aplicar las técnicas de medición, es esencial seleccionar a un empleado cualificado, o en su defecto, a uno que represente de manera fiel al grupo de trabajo, para garantizar que el tiempo establecido sea alcanzable y sostenible sin causar fatiga excesiva. (Landaverde 2017, p. 27-29)

### **2.8.1. *Tiempo tipo o normal***

El tiempo tipo, también conocido como "tiempo teórico" o "tiempo normalizado", se refiere al tiempo requerido para llevar a cabo una tarea específica bajo condiciones ideales. Representa el tiempo que tomaría realizar la tarea si todo funcionara sin interrupciones, sin demoras y con una ejecución perfecta. Es un valor teórico que se utiliza como punto de referencia para medir la eficiencia real de un proceso. (Landaverde 2017, p. 13)

El tiempo tipo se calcula considerando factores como la velocidad de ejecución, el rendimiento del operador y las condiciones óptimas de trabajo. Se utiliza en la planificación y el diseño de procesos para establecer un estándar al que se aspira y se compara con el tiempo real que lleva completar una tarea. La diferencia entre el tiempo tipo y el tiempo real revela las ineficiencias y áreas de mejora en un proceso. (Fernández, 2018)

### **2.8.2. *Tiempo estándar***

El tiempo estándar es una medida más práctica y realista del tiempo requerido para completar una tarea en condiciones normales de producción. A diferencia del tiempo tipo, el tiempo estándar tiene en cuenta las interrupciones, retrasos y variaciones que son comunes en un entorno de fabricación o producción. Es una estimación basada en la experiencia y la observación de cómo se realiza una tarea en la práctica.

El tiempo estándar se utiliza para programar la producción, asignar recursos y calcular los costos laborales. Es una herramienta valiosa para la gestión de operaciones, ya que proporciona una base sólida para la planificación y la toma de decisiones. A menudo, se establece un tiempo estándar para cada tarea o actividad dentro de un proceso, y estos estándares se revisan y ajustan periódicamente para reflejar cambios en las condiciones de trabajo o en los métodos de producción. (Fernández, 2018)

## **2.9. Mapeo del proceso**

Es el conjunto de actividades que implica identificar, visualizar y documentar las actividades dentro de un proceso, para ello el uso de los diagramas de caracterización de procesos son una herramienta fundamental en la disciplina de la ingeniería industrial. Estos diagramas desempeñan un papel crucial en la comprensión y optimización de los procesos industriales, permitiendo a los ingenieros identificar áreas de mejora, minimizar ineficiencias y garantizar la calidad del producto final. En este contexto, los diagramas de caracterización de procesos son como el "mapa" que

guía a los profesionales de la ingeniería industrial a través del laberinto de operaciones y flujos de trabajo en una organización. (Guamán et al. 2023, p. 73)

En esencia, un diagrama de caracterización de procesos es una representación gráfica que muestra las interacciones, secuencias y relaciones entre las diferentes etapas de un proceso industrial. Estos diagramas pueden variar en complejidad, desde simples esquemas hasta representaciones detalladas que incluyen datos cuantitativos. Su objetivo principal es proporcionar una visión completa y clara de cómo se lleva a cabo un proceso en una organización. (Cardenas, 2022)

### **2.9.1. Diagrama sinóptico de flujo de procesos**

Es una representación gráfica que muestra de manera simplificada y visual las etapas clave de un proceso o sistema. Suele utilizar símbolos y conexiones para ilustrar cómo fluyen los materiales, la información o las acciones a lo largo del proceso. Estos diagramas son una herramienta poderosa en ingeniería industrial y gestión de procesos, ya que permiten una comprensión rápida y clara de cómo funcionan las operaciones, identificando pasos críticos y relaciones entre componentes.

### **2.9.2. Diagrama de hilos**

Son una representación gráfica que se utiliza en la ingeniería industrial y en la gestión de procesos para mostrar la secuencia detallada de pasos en un proceso o procedimiento. Estos diagramas utilizan líneas o "hilos" para conectar los pasos individuales, indicando el flujo secuencial de trabajo. Cada paso se describe con texto o símbolos, y a menudo se incluyen detalles como tiempos de ejecución, responsabilidades y decisiones tomadas en cada etapa. Los diagramas de hilos son útiles para comprender y documentar procesos complejos, identificar ineficiencias y establecer estándares de operación. También son valiosos para la capacitación de personal y la mejora continua de procesos en una organización. (Castillo y Cordova 2022, p. 14)

### **2.9.3. Cursograma analítico**

Es una herramienta gráfica utilizada en la ingeniería industrial y la gestión de procesos para representar de manera detallada y sistemática la secuencia de actividades, decisiones y eventos en un proceso empresarial o industrial. Se compone de símbolos y líneas que conectan los pasos del proceso, indicando cómo fluye la información, los materiales o las acciones a través del sistema. Los beneficios de utilizar un cursograma analítico de procesos incluyen:

- **Visualización Clara:** Proporciona una representación visual clara y detallada de cómo funciona un proceso, lo que facilita la comprensión de todas las etapas involucradas. (De la Cruz 2014, p. 59)
- **Identificación de Ineficiencias:** Permite identificar fácilmente áreas de ineficiencia, cuellos de botella o duplicación de tareas, lo que es crucial para la mejora de procesos.
- **Estandarización:** Facilita la estandarización de procedimientos y operaciones, lo que contribuye a la consistencia y la calidad en la ejecución del proceso. (De la Cruz 2014, p. 59)
- **Documentación y Capacitación:** Sirve como una herramienta valiosa para documentar procesos y procedimientos, lo que es esencial para la capacitación de empleados y la transferencia de conocimientos.
- **Mejora Continua:** Facilita la identificación de áreas de mejora continua en el proceso, lo que puede llevar a la optimización y ahorro de costos. (De la Cruz 2014, p. 59)

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de estudio**

El presente trabajo es de carácter técnico y aplicativo, debido a que tiene su base en los conocimientos que se adquirieron previamente sobre las técnicas para la aplicación e implementación de las 5S así como también los lineamientos para una distribución adecuada del área de producción, para lo cual se partió de un diagnóstico de los niveles de las 5S y un análisis del funcionamiento del área de producción de la empresa MAV muebles seguido del levantamiento de información del proceso de elaboración de su producto estrella desde la recepción de materia prima hasta obtener el producto terminado.

#### **3.2. Tipo de investigación**

Se llevó a cabo una investigación de campo debido a que los datos fueron recolectados dentro de la empresa, de esta manera se mantuvo un contacto directo con el fenómeno que se quería estudiar.

Por otra parte, la investigación realizada también tiene un carácter explicativo cuantitativo debido a que se llevaron a cabo análisis e interpretaciones de la situación en la que se encuentran los procesos de producción de tal manera que se pudo llegar a identificar oportunidades de mejora para un progreso en cuanto a los indicadores que se evaluaron.

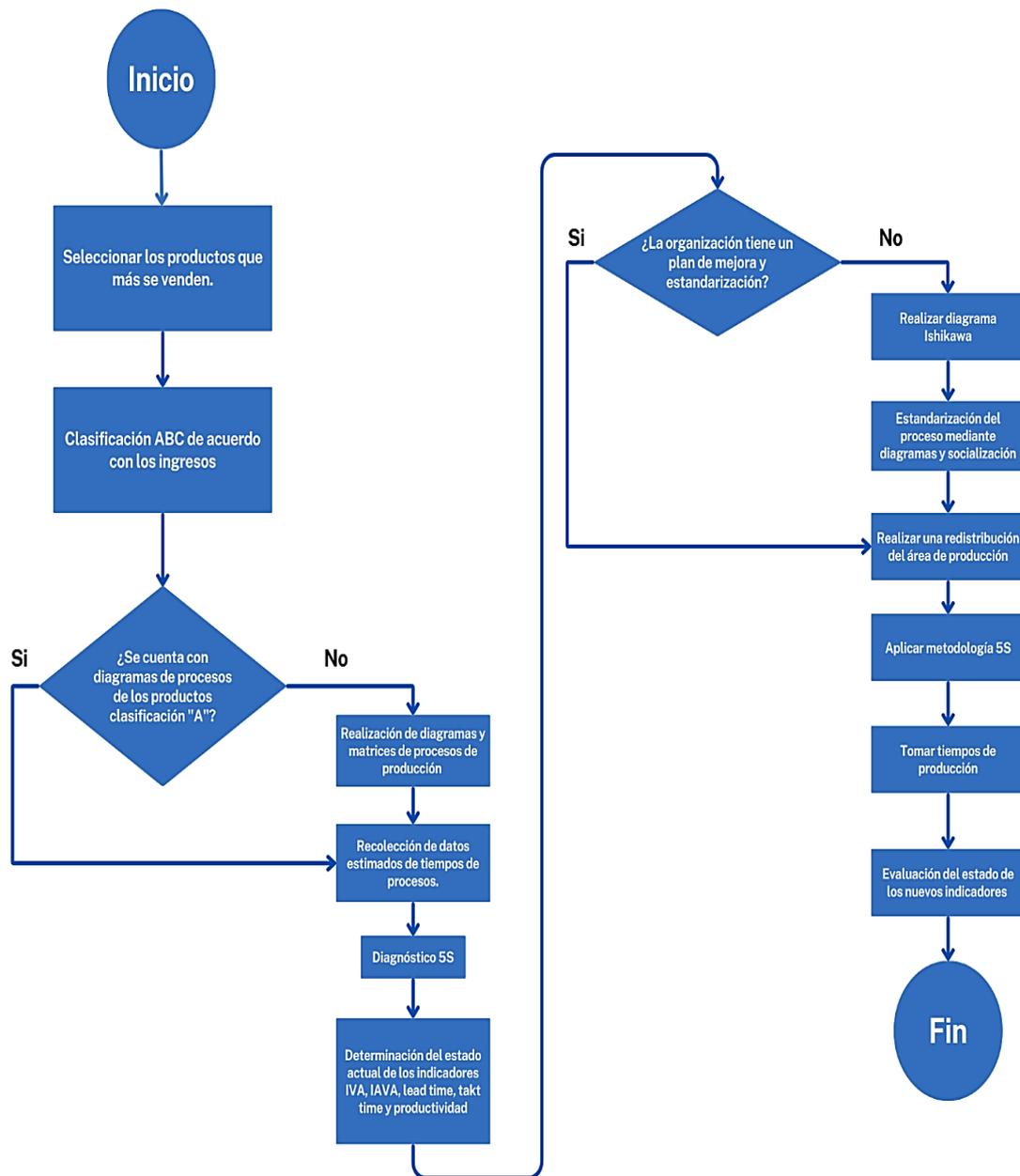
Toda la investigación tiene su sustento en metodologías e investigaciones documentales anteriormente realizadas por ello también cuenta como una investigación bibliográfica.

#### **3.3. Enfoque**

El presente estudio tiene en cuenta un enfoque cuantitativo debido a que se sienta una base o línea inicial de los indicadores IVA, IAVA, tiempo normal, tiempo estándar y productividad de la empresa para trabajar sobre las causas y mejoras que se puede tener para obtener indicadores más adecuados. Se tiene en cuenta que todo aquello que no se puede medir no puede ser mejorado.

Por otra parte, se tiene un enfoque cualitativo debido a que se analiza el orden y organización del área de producción de la empresa y se la evalúa bajo la metodología de las 5S que depende en gran medida de la subjetividad de la persona que realiza la evaluación.

### 3.4. Metodología



**Ilustración 3-1:** Diseño metodológico

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Se presenta un flujograma de la manera en que se llevará la investigación y las principales herramientas que serán empleadas para cumplir con los objetivos de esta tesis en pro de mejorar las condiciones en que se producen los productos de la empresa MAV muebles.

### 3.5. Categorización de productos más demandados de MAV Muebles

Debido a que la empresa se maneja con producción bajo pedido posee un catálogo amplio de productos, se ha seleccionado aquellos que se mantienen más presentes a lo largo del tiempo y por tanto representen la mayor cantidad de ingresos para la empresa así se tiene: sillas apilables, archivadores metálicos de cuatro gavetas, mesa rectangular de 120x70 cm, estaciones en “L” de 150x150 cm, silla de bar, anaquel laser, perchas metálicas y counters.

Aplicando el método de clasificación ABC se pudo obtener los productos que representen el 80% de los ingresos anuales para la empresa, dejando de lado de este análisis a los archivadores metálicos de cuatro gavetas, anaquel laser y counters debido a que son productos que se producen en pocas cantidades a lo largo del año.

**Tabla 3-1:** Portafolio de productos más vendidos de MAV muebles

Codificación	Artículo	P.Unitario	P.V.P	Demanda
A-001	Sillas apilables	\$ 15.00	\$ 20.00	502
A-002	Archivador metálico 4 gavetas	\$ 125.00	\$ 190.00	20
A-003	Mesa rectangular 120*70	\$ 55.00	\$ 85.00	100
A-004	Estaciones en L de 150x150	\$ 170.00	\$ 260.00	30
A-005	Silla de bar	\$ 18.00	\$ 25.00	400
A-006	Anaquel laser	\$ 230.00	\$ 320.00	20
A-007	Perchas metálicas (Estanterías)	\$ 100.00	\$ 117.00	60
A-008	Counter	\$ 300.00	\$ 450.00	10

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Para la realización del método ABC se debe tener en cuenta que se trabaja con el criterio de Pareto con el cual se puede conocer los ítems que representan el 80% de los ingresos que tiene la empresa, de esta manera se proponen los valores de 80% para la categoría A, 15% para la categoría B y 5% para la categoría C como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3-2:** Categorización de Pareto para niveles ABC

Categoría Pareto		
<b>A</b>	<b>80.00%</b>	80.00%
<b>B</b>	<b>15.00%</b>	95.00%
<b>C</b>	<b>5.00%</b>	100.00%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Bajo el criterio de las ventas que genera cada ítem se obtuvieron 3 productos categoría “A” que representan la mayoría de los ingresos para la empresa que a su vez son el 65.82% de los ítems analizados. Siendo el primer producto las sillas apilables de estructura metálica con asiento y

espaldar tapizados, lo cual sienta una base para saber sobre qué producto se pueden realizar los análisis de los indicadores.

**Tabla 3-3:** Clasificación ABC de productos

Codificación	Demanda	P. Venta	Ventas	% Ingreso	% Ing. Acum	Clasificación ABC	% ABC
A-001	502	\$ 20.00	\$ 10,040.00	23.15%	23.15%	A	65.82%
A-005	400	\$ 25.00	\$ 10,000.00	23.06%	46.22%	A	
A-003	100	\$ 85.00	\$ 8,500.00	19.60%	65.82%	A	
A-004	30	\$ 260.00	\$ 7,800.00	17.99%	83.81%	B	17.99%
A-007	60	\$ 117.00	\$ 7,020.00	16.19%	100.00%	C	16.19%
			\$43,360.00				100.00%

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.6. Población

Para poder estimar la cantidad de unidades que se deben analizar es preciso tener una base sobre la cantidad de productos o pedidos que generalmente realizan los clientes, a pesar de atravesar una pandemia en la cual todos los sectores productivos se vieron afectados se pudo obtener datos desde el año 2021 de las cantidades de sillas apilables y conjuntamente se relacionó con diversas observaciones como muestra la tabla siguiente:

**Tabla 3-4:** Registro de producción de sillas apilables.

Observación	Año	2021	2022	2023	Promedio
Pedidos particulares varios	Enero	0	30	24	18
	Febrero	15	40	70	42
	Marzo	60	230	190	160
Inicio Ciclo costa	Abril	20	25	35	27
Pedidos particulares varios	Mayo	25	30	100	52
	Junio	10	35	40	28
	Julio	50	15	24	30
	Agosto	80	200	155	145
Inicio ciclo sierra	Septiembre	10	40		
Pedidos particulares varios	Octubre	12	20		
	Noviembre	25	100		
Fiestas	Diciembre	10	10		
		317	775	638	502

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Se puede apreciar que los requerimientos del producto van variando a lo largo del año y por diversos motivos existen meses en los que se deben fabricar más sillas, por lo tanto, se analiza la producción promedio de los últimos tres años durante los meses de mayor demanda de sillas apilables, lo cuales son marzo y agosto con un total de 305 sillas apilables, para el estudio de tiempos y recorridos dentro de la empresa. El promedio entonces es de 153 sillas para poder realizar el análisis.

Trabajando con un nivel de confianza del 90% se obtiene el tamaño de muestra que abarca las características de la población.

$$n = \frac{\text{población}}{\text{población} * \text{error}^2 + 1} \quad (4)$$
$$n = \frac{153}{153 * 0.1^2 + 1} = 60.47$$

Obteniendo un tamaño de muestra de 60 sillas que se analizarán para obtener los indicadores que evaluarán la aplicación de las metodologías descritas anteriormente.

### **3.7. Plan de recolección de datos**

#### **3.7.1. Técnica**

La recolección de los datos para el desarrollo de la investigación se lo hizo a través de la observación de esa manera se pudo obtener información de primera mano sobre las características de las distintas actividades que se llevan a cabo en el área de producción de MAV muebles, así como también se obtuvieron las bases para la evaluación del estado de los parámetros 5S para la aplicación de la metodología.

#### **3.7.2. Instrumentos**

Se utilizaron diagramas analíticos de procesos, matrices de tiempos, fichas de indicadores, esquema de la distribución del área de producción, matriz de evaluación y diagnóstico de las 5S como herramientas que permitieron la recopilación de datos del funcionamiento del área productiva de la empresa, antes y después de la intervención realizada por parte de los investigadores.

### 3.8. Descripción de la empresa

#### 3.8.1. Datos de la empresa

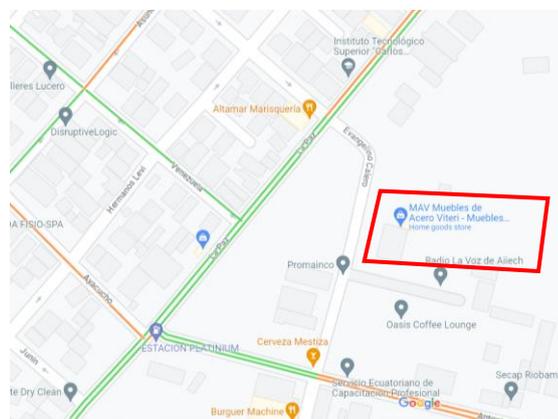
En la tabla 3-5, se resumen los detalles que caracterizan la organización en la que se aplicará este trabajo de titulación.

**Tabla 3-5:** Datos de la empresa

<b>Razón Social</b>		Muebles de Acero Viteri (MAV)			
<b>SECTOR ECONÓMICO</b>		Mobiliario / Metalmecánico			
<b>TIPO DE EMPRESA</b>		Microempresa familiar de producción			
<b>RUC</b>		0600028864001			
<b>Localización</b>	<b>Provincia</b>		Chimborazo		
	<b>Cantón</b>	Riobamba	<b>Dirección</b>	Evangelista Calero y Juan Bernardo de León	
			<b>Sector</b>	Parque Industrial	
<b>Contacto</b>					
<b>Gerente Propietario</b>	Juan R. Viteri T.	<b>Teléfono</b>	0992859820		
<b>Producción</b>	Juan A. Viteri B.	<b>Teléfono</b>	0984636005		
<b>Página Web</b>	www.mavmuebles.com	<b>Correo Institucional</b>	mavmuebles@hotmail.com		

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-2:** Ubicación de MAV Muebles

Fuente: Google Maps, 2023.

### **3.8.2. Misión**

El compromiso de MAV es fabricar muebles modernos, conservadores, contemporáneos que conlleven calidad, innovación tecnológica, tendencias, en gran variedad de materiales y a precios competitivos, ofreciendo excelente servicio mediante el conocimiento y motivación del talento humano, con el fin de satisfacer las expectativas y necesidades de nuestros clientes.

### **3.8.3. Visión**

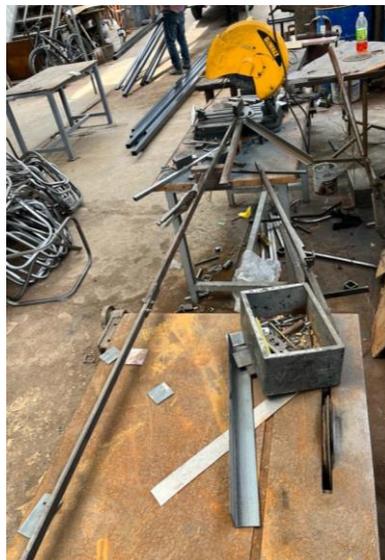
Ser una empresa líder en el mercado mobiliario, que posiciona su marca a nivel regional y nacional, reconocida por nuestros productos de calidad y excelente servicio.

### **3.8.4. Jornada laboral**

La jornada laboral en que opera la empresa es de lunes a viernes iniciando a las 8 de la mañana y finalizando a las 17:00 con una hora destinada para el almuerzo de tal manera se cuenta con ocho horas de jornada laboral que equivalen a 480 minutos al día.

### **3.8.5. Identificación de los puestos de trabajo**

#### **3.7.5.1. Área de corte**



**Ilustración 3-3: Área de corte**

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

En el área de corte se establecen las medidas requeridas del material para la fabricación del producto solicitado, para ello se tienen medidas establecidas y estandarizadas.

#### 3.7.5.2. Área de Laminados



**Ilustración 3-4:** Área de laminados

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El área de laminado es el área en donde se trabaja las láminas de metal para darles la forma del producto que se fabrica como escritorios, perchas y archivadores.

#### 3.7.5.3. Área de doblado



**Ilustración 3-5:** Área de doblado

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El área de doblado comparte espacio con el área de corte, en esta operación se realiza el doblado de tubos para la elaboración de sillas y mesas.

#### 3.7.5.4. Área de pintura



**Ilustración 3-6:** Área de pintura.

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El área de pintura es la zona en donde se le otorga color a los artículos elaborados para generar calidad visual del producto que se entrega al cliente.

#### 3.7.5.5. Área de tapizado



**Ilustración 3-7:** Área de tapizado.

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El área de tapizado es el lugar en donde se fabrican los espaldares y asientos de las sillas con el objetivo de brindar comodidad al cliente que solicita el producto.

### 3.7.5.6. Área de enfriado



**Ilustración 3-8:** Área de enfriado

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

En esta área entran los artículos armados y pintados, puesto que la parte de la pintura se realiza en hornos por tanto el artículo debe tener un tiempo de 10 minutos en reposo para garantizar la calidad del producto.

Se debe tener en cuenta que en cada área de trabajo se cuenta con máquinas que varían de dimensiones, así como equipo auxiliar para realizar las operaciones como mesas de trabajo, herramientas y estantería de equipo auxiliar; así como también se tiene un área de materia prima.

## 3.9. Descripción del proceso de elaboración del producto

### 3.9.1. *La silla metálica apilable*

Con el invento y manipulación de los metales, inicia una nueva era. El metal se empieza a utilizar en la construcción en general, así como también, en herramientas, accesorios para el hogar y dentro de estos, se encuentra la silla

El metal, es un material de mayor dureza, dúctil y maleable, que es la característica de los metales. En la elaboración o construcción de sillas, el hierro en sus diferentes formas y espesores es utilizado en la actualidad, por tal razón, a continuación, se detalla la manera en que se construye una silla metálica de tipo apilable y con tapizado.

### 3.9.1.1. Equipo necesario para la construcción

Se presenta a continuación un listado de las herramientas y máquinas con las que se realizan los procesos de transformación de la materia prima, teniendo en cuenta que se puede identificar herramientas clave que deberían tener todos los operarios para desarrollar sus actividades de una manera fluida, como lo son un juego de destornilladores, flexómetro y martillo.

**Tabla 3-6:** Herramientas y máquinas para construcción.

Herramientas	Maquinaria
Flexómetro (metro)	Lima
Rayador	Dobladora de tubos
Arco de sierra	Ingleteadora
Escuadras	Soldadora
Martillo	Taladro
Prensa en C	Esmeril
Cepillo de acero	Amoladora
Destornilladores	Compresor de aire
Estilete	Horno de pintura
Punto	Atornillador eléctrico

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.9.1.2. Materia prima requerida

En la siguiente tabla se puede apreciar una lista de la materia prima que se requiere para la construcción de la silla metálica, si bien todos los materiales son necesario y tienen un alto grado de importancia, de acuerdo con la cantidad de sillas que se vaya a construir se puede realizar una planificación del material más crítico, hay que destacar que para un lote de 20 sillas se requieren 16 tubos de acero, 4 planchas de esponja y 7 m de expandible.

**Tabla 3-7:** Materiales para la construcción

Parte	Elemento
Estructura	1 tubo cuadrado de 3/4 x 1,2mm x 6 m 250 cm <sup>3</sup> , pintura termoplástica Fosfatizante Diluyente
Tapizado	Playwood 1/12 Esponja 1/6 Tela 60 cm Solución 200 cm <sup>3</sup> Grapas
Ensamble	Tornillos 8 u Resbalones

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.9.2. *Desarrollo del proceso*

#### 3.9.2.1. *Medición, trazado y corte*

Una vez graficado el diseño de la silla con sus respectivas medidas y formas en el plano, se procede a medir, señalar y cortar la materia prima (tubo metálico). Todo este proceso se lo efectúa en un banco de corte con la ayuda de sierras manuales o eléctricas.



**Ilustración 3-9:** Proceso de medición y trazado

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-10:** Proceso de corte

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.9.2.2. Doblado

Luego de realizar los cortes con las medidas requeridas, se procede a efectuar los dobles necesarios, para lo cual utilizamos dobladoras manuales o neumáticas, las cuales poseen señales en sus poleas, las mismas que indican en donde colocamos el material a doblarse, considerando los descuentos que hay que realizar para que los dobles salgan con las medidas exactas.



**Ilustración 3-11:** Proceso de doblado

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.9.2.3. Rectificado y escuadrado

Posterior a la realización de los dobles requeridos, y ayudándonos de escuadras y codales se procede a escuadrar y/o rectificado, con la finalidad de comprobar que tienen las medidas exactas.



**Ilustración 3-12:** Proceso de rectificado

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

#### *3.9.2.4. Perforados o taladrados*

Una vez obtenidas las partes o piezas dobladas, escuadradas y codaladas, se realiza las perforaciones necesarias. Estos conductos se efectúan con la ayuda de un taladro manual o eléctrico y la colaboración de brocas que son las que perforan directamente el material.

Para realizar las perforaciones, en primer lugar, se debe señalar en donde se va a perforar utilizando martillo y una punta para conseguir el objetivo. Posterior a la perforación es evidente encontrar en los extremos limallas y rebabas que serán pulidas con el uso de limas, lijas, esmeriles o amoladoras. Este proceso se lo realiza con la finalidad de eliminar estas imperfecciones, así como también brindar seguridad al trabajador y al consumidor.

#### *3.9.2.5. Ensamblaje*

Luego de tener todas las partes básicas de la estructura de la silla, se procede a parar totalmente la silla para lo cual se utiliza, prensas, patrones, mordazas, y como un aporte fundamental la soldadura.

#### *3.9.2.6. Soldadura*

La soldada de las piezas es el proceso más importante del ensamblaje. Para proceder a soldar en primer lugar se debe apuntalar las piezas a unirse, luego se verifica que las piezas se encuentren en el sitio correcto, por último, rematar la soldada de los segmentos de la silla.

La suelda es de gran ayuda pues realizando en forma correcta permite obtener trabajos prácticos, seguros y son las que darán la estabilidad y calidad a la silla.



**Ilustración 3-13:** Proceso de ensamble de estructura

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

#### 3.9.2.7. *Pre pintado*

Al poseer las piezas rectificadas y armadas, es decir, la estructura o esqueleto de la silla, se aplica 3 procesos básicos para pintarla:

- **Desengrasado:** Consiste en retirar el exceso de grasa existente en la estructura, puesto que el tubo metálico viene con una capa externa de grasa para evitar el óxido y también por la manipulación que efectúa el operador o trabajador. Este paso se realiza de forma manual o por inmersión en tanques de disolventes como: desengrasantes, gasolina, etc.
- **Fosfatizado:** Este proceso no es más que cubrir con una película fina de Fosfato de Zinc la pieza o esqueleto de la silla, esta sustancia nos ayuda a limpiar de manera más profunda la pieza a pintarse e incluso a retirar partes de óxido que pudiese tener el material; esto se lo hace de manera manual o igualmente por inmersión. Finalmente se enjuaga con agua pura y se lo deja
- **Secado:** Posterior a la aplicación del tratamiento de fosfatizado se espera alrededor de 10 minutos, para posteriormente observar, que la pieza está cubierta con una especie de polvo blanquecino, que significa que está fosfatada nuestra estructura, luego se retira el exceso de polvo quedando lista para aplicar un recubrimiento de pintura en reposo.



**Ilustración 3-14:** Proceso de preparación de estructura para pintado

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

#### 3.9.2.8. *Pintado*

Para nuestro caso realizamos un recubrimiento termo plástico (pintura especial para cubrir metales en combinación con el calor o temperatura).

#### 3.9.2.9. *Acabados de la silla*

En primer lugar, se procede a realizar los tapizados del asiento y espaldar que formarán parte de la silla. Es procedimiento se lo hace en el taller de maderas, y se corta la madera de los tamaños deseados y requeridos, luego se añade una capa de esponja para dar textura y espesor, finalmente se adiciona una cubierta de un textil o expandible.

La adhesión y fijeza de esponja y cubierta, se realiza con el uso de una grapadora neumática, tachuelas y solución.



**Ilustración 3-15:** Proceso de tapizado

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.9.2.10. *Acabado final*

En este paso, se procede a unir o juntar la estructura que ya está pintada con los tapizados, para lo cual, con la ayuda de tornillos o pernos especiales se concreta este fin.

Al igual que los procesos anteriores, se hace la respectiva comprobación de escuadras y codales para obtener un producto agradable a la vista y se procede a rematar o ajustar fuertemente los tornillos.



**Ilustración 3-16:** Proceso final de ensamble

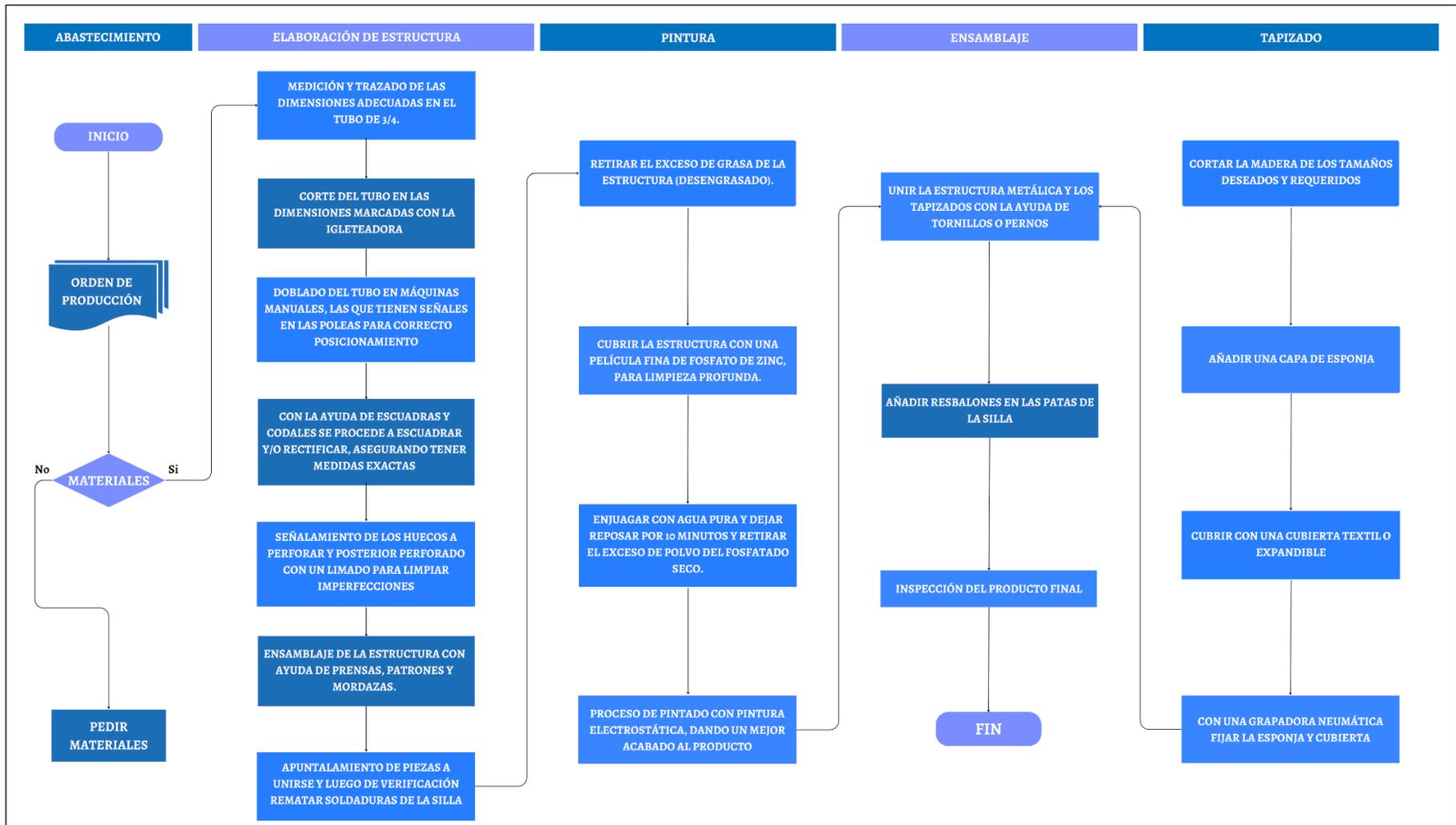
**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Finalmente, se añaden resbalones o regatones en los terminales de las patas de la silla, entonces se puede mencionar que está lista nuestra silla metálica apilable.

### 3.9.3. *Diagramas de procesos para elaboración de artículos categoría A*

De acuerdo con la tabla 3-3, los productos considerados como categoría A son las sillas metálicas apilables, las sillas de bar y las mesas rectangulares. Los diagramas de procesos nos ayudan a caracterizar de una manera resumida y visual las tareas que deben ser desarrolladas para obtener un producto o servicio. Para tener una mejor idea de los pasos que se siguen en el proceso de producción se realizaron diagramas de hilos enfocados en el material, para lo cual se analiza el recorrido que hace la materia prima durante su proceso de transformación, diagramas de proceso que de manera visual nos indican como se van integrando las diferentes partes hasta tener un resultado final y por último los cursogramas analíticos de procesos que nos proporcionan una serie de datos detallados del proceso los cuales pueden ser analizados y modificados de tal manera que los indicadores IVA, IAVA, productividad y tiempo tipo se vean potenciados en pro de obtener un proceso de producción adecuado.

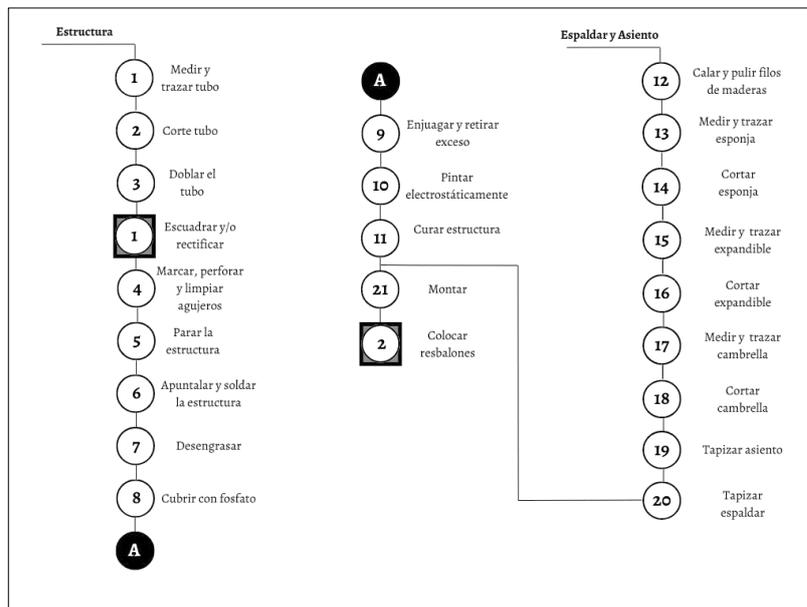
A continuación, se presenta el diagrama de flujo para la construcción de la silla apilable de estructura metálica con asiento y espaldar tapizados; en el cual se puede apreciar dos ramales importantes en la construcción del bien, por un lado se tiene la construcción de la estructura y por otro lado el tapizado de asiento y espaldar, lo cual nos brinda una pauta de que no es necesario esperar que se termine de realizar las estructuras para empezar a realizar los tapizados sino que ambos procesos se pueden realizar al mismo tiempo para un mejor aprovechamiento del tiempo y mano de obra.



**Ilustración 3-17:** Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de silla apilable.

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

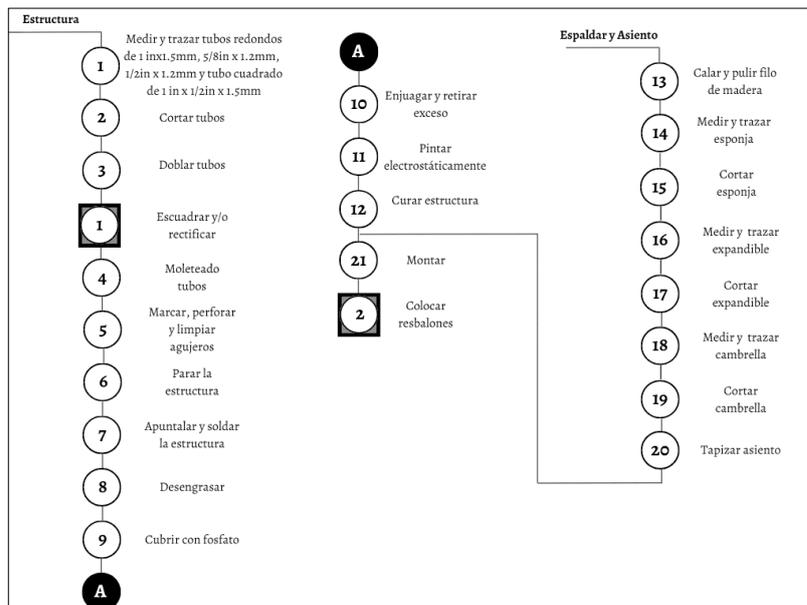
Posteriormente para analizar la forma en que se procesan los materiales se hace uso de los diagramas de procesos que se vale de los símbolos normalizados para representar las operaciones, inspecciones, esperas, etc., con el fin de determinar en qué partes del proceso varían de acuerdo con el producto que se está construyendo.



**Ilustración 3-18:** Diagrama de proceso para elaboración de sillas apilables

Fuente: MAV muebles

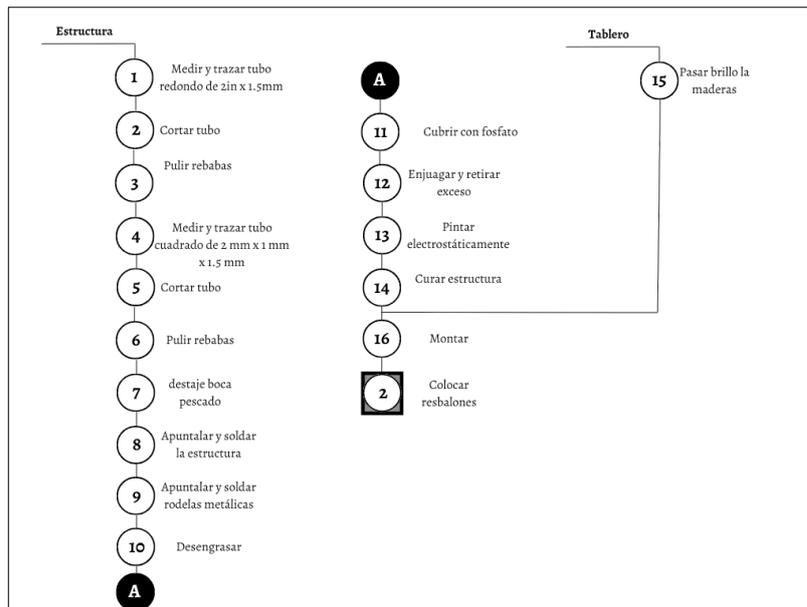
Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-19:** Diagrama de proceso para elaboración de sillas de bar

Fuente: MAV muebles

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

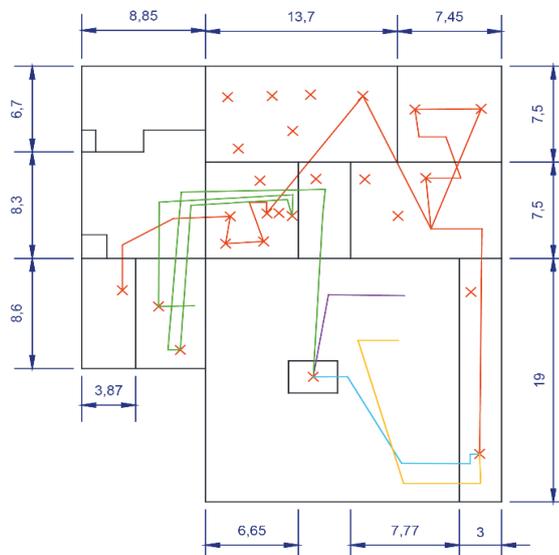


**Ilustración 3-20:** Diagrama de proceso para elaboración de mesa cuadrada

**Fuente:** MAV muebles

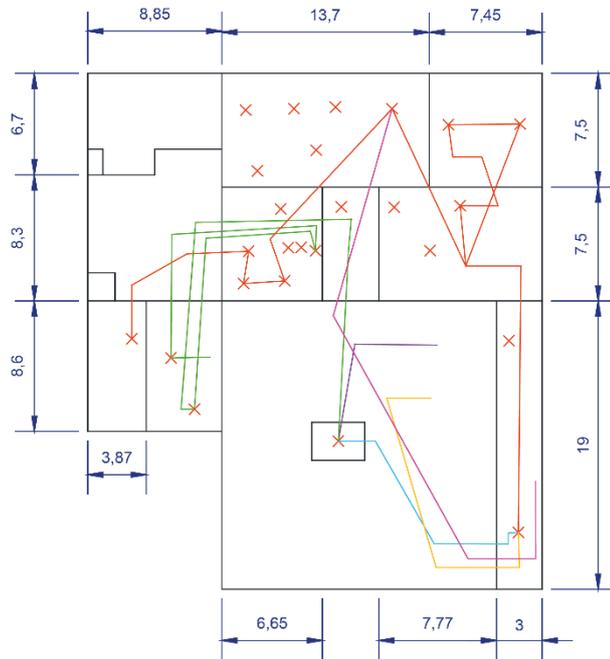
**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Con la utilización de los diagramas sinópticos de procesos se puede notar que, aunque son productos diferentes, las operaciones que se necesitan para obtenerlos son muy parecidas y la estructura de operación de la planta es similar ya que se tienen dos ramales; uno para la estructura y otro para el trabajo con la madera. De esta manera se puede corroborar la idea que se obtuvo en la categorización ABC la cual dicta que mediante el análisis del proceso de la silla apilable se pueden obtener resultados que favorezcan los procesos de producción de los otros dos productos.



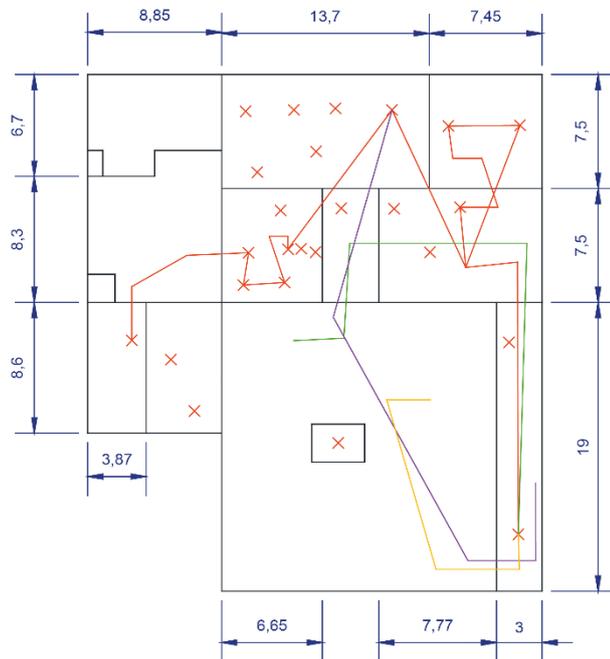
**Ilustración 3-21:** Diagrama de hilos del proceso de producción de sillas apilables

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-22:** Diagrama de hilos de producción de sillas de bar

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-23:** Diagrama de hilos de producción de mesas cuadradas

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Tras realizar los diagramas de hilos correspondientes a los procesos de fabricación de los tres productos clasificados como categoría A se pueden tener ciertas consideraciones que direccionan el análisis que se debe realizar para mejorar sus correspondientes procesos de producción. Se

puede observar claramente que la estación en donde se realiza el tapizado representa conflictos para el tránsito del material y genera recorridos excesivamente largos, incluso obliga a la colocación de una sierra vertical justo en el centro del área de producción esto se aprecia claramente en la Ilustración 3-21 e ilustración 3-22, si se sigue el hilo de color verde, se pueden observar interrupciones en el flujo del material entre estaciones lo que nos indica una necesidad fuerte de un análisis de redistribución de los puestos de trabajo. Por otra parte, en la ilustración 3-23, se puede apreciar la gran similitud en cuanto al flujo de materias entre los dos productos anteriores que, si bien son sillas, se asemeja mucho al flujo del material que se realiza para obtener una mesa.

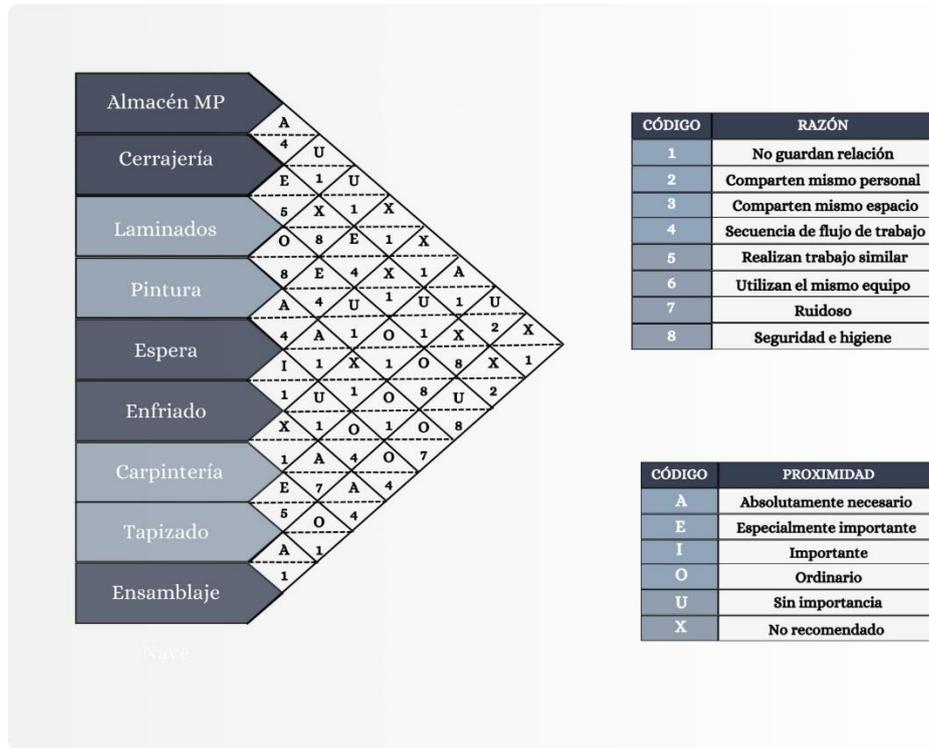
Con la elaboración del cursograma analítico de elaboración de sillas apilables que se puede apreciar en el ANEXO A, se pudo identificar que, en la fabricación de un lote de 20 sillas se ejecutan 1182 operaciones, 372 transportes, 100 inspecciones, 562 esperas, 2 almacenajes, 20 operaciones combinadas, teniendo así un total de 2238 actividades, realizadas en un recorrido de 246.24m, con un tiempo de 2254.68 minutos para la elaboración del lote de sillas apilables. Con estos datos se obtienen valores de IVA de 64.99%, IAVA=53.71% que representa las actividades que generan valor para el producto final.

Estos valores generan una producción deficiente ya que el lote se efectúa en 37,58 horas, es decir en una semana, lo cual implica una producción lenta y poco eficaz para la demanda del mercado.

Por otro lado, los valores obtenidos en el cursograma de fabricación de un lote de 20 sillas de bar que se puede observar en el ANEXO B son: 2530 operaciones, 189 transportes, 360 inspecciones, 1256 esperas, 2 almacenajes, 0 operaciones combinadas, teniendo así un total de 4337 actividades, realizadas en un recorrido de 377.3 metros, con un tiempo de 2307.62 minutos para la elaboración del lote de sillas apilables. Con estos datos se obtienen valores de IVA del 47.55%, IAVA=58.34% que representa las actividades que generan valor para el producto final, causando que se realicen entregas fuera del plazo acordado con el cliente.

En cuanto a los valores obtenidos en el cursograma de fabricación de un lote de 20 mesas rectangulares que se puede apreciar en el ANEXO C, son: 926 operaciones, 104 transportes, 192 inspecciones, 110 esperas, 2 almacenajes, 0 operaciones combinadas, teniendo así un total de 1334 actividades, realizadas en un recorrido de 224.11 metros, con un tiempo de 505.32 minutos para la elaboración del lote de mesas cuadradas. Con estos datos se obtienen valores de IVA del 48.56%, IAVA=69.42% que representa las actividades que generan valor para el producto final.

### 3.10. Contraste de metodología óptima para la distribución de planta



**Ilustración 3-24:** Matriz de relación de espacios

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

La matriz de relaciones es la base para la aplicación de la metodología SLP, determinando las áreas que necesitan proximidad absoluta, media o nula por medio de letras determinadas como se especifica en el cuadro de la grafica, además de una numeración desde el número 1 al 8 asignando la razón de la proximidad.

#### 3.10.1. Método CORELAP para redistribuir el área de producción de sillas apilables de la empresa

Este método fue utilizado con la finalidad de obtener una distribución adecuada del área de producción de la empresa. Para ello, se debe introducir en el software las dimensiones de cada estación que conforman el área productiva, siendo un total de 9 estaciones. De esta manera se obtiene una matriz de relaciones que permite generar un layout ideal (ilustración 3-21) para el funcionamiento de la empresa. El método nos facilita la optimización, la disposición física de equipos y espacios dentro de una planta, con un enfoque centrado en identificar relaciones cercanas y necesidades de espacio entre diversos elementos, como maquinaria, estaciones de trabajo y corredores, con el propósito de desarrollar un diseño que sea eficaz y coherente, reduciendo al mínimo las distancias y los desplazamientos.

CORELAP 01\_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

A=100, E=50, I=25, O=5, U=1, X=-100

Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Almacén MP	33.28	A	U	U	X	X	A	U	X	
2 Cerrajería	60.02		E	X	E	X	U	X	X	
3 Laminados	60.91			O	E	U	O	O	U	
4 Pintura	29.56				A	A	X	O	O	
5 Espera	15					I	U	O	O	
6 Enfriado	15						X	A	A	
7 Carpintería	42.83							E	O	
8 Tapizado	14.73								A	
9 Ensamblaje	57									

**Ilustración 3-25:** Ingreso de las relaciones entre departamentos en el software CORELAP.

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

CORELAP 01\_Presentación Resultados

### ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Tapizado	166	14.73
2.-	Espera	136	15
3.-	Laminados	118	60.91
4.-	Enfriado	26	15
5.-	Ensamblaje	16	57
6.-	Pintura	16	29.56
7.-	Carpintería	-38	42.83
8.-	Almacén MP	-97	33.28
9.-	Cerrajería	-199	60.02

Calcular Iteraciones

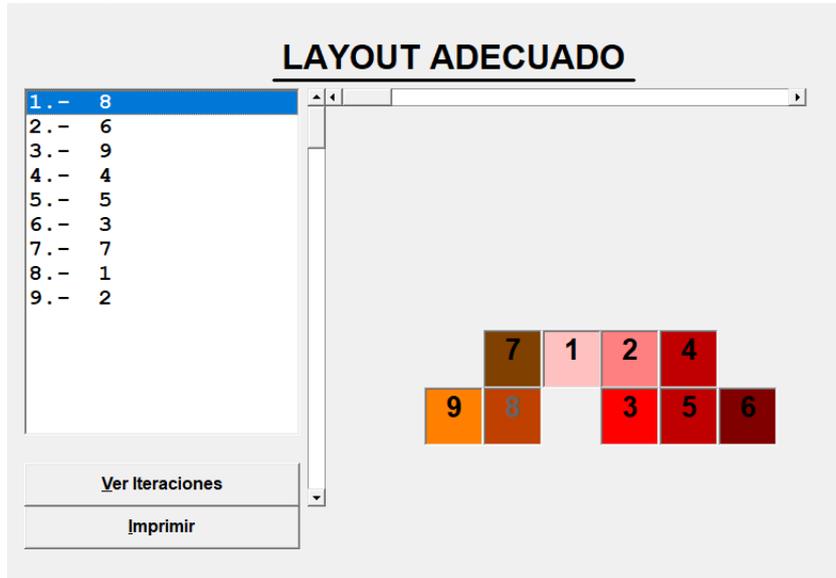
Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

**Ilustración 3-26:** Orden departamental según su importancia.

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-27:** Layout adecuado de acuerdo con el CORELAP

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-28:** Identificación de los departamentos en el Layout resultante

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

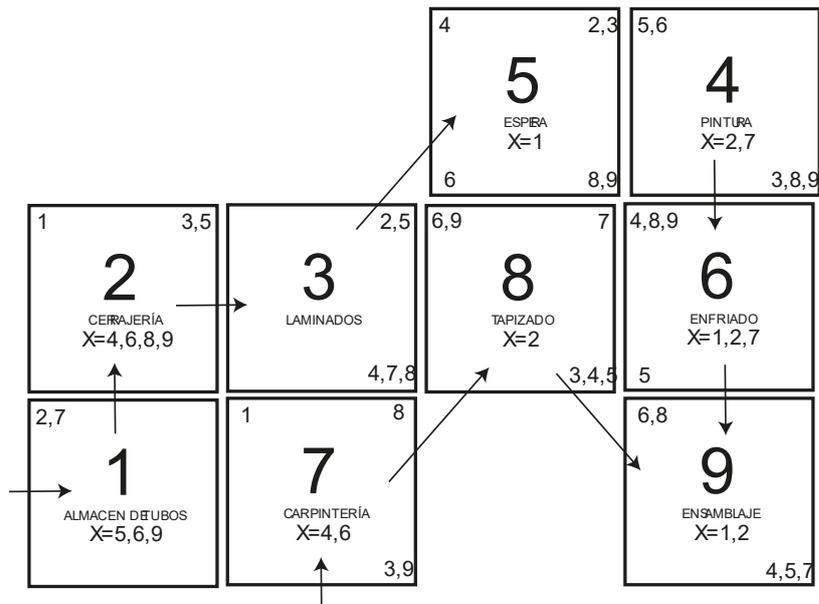
### 3.10.2. Método de bloques adimensionales para las sillas apilables.

Para el desarrollo de esta metodología de bosquejo de redistribución de espacios es necesario realizar una tabla que resuma la relación que debe tener cada área, de este modo se llega a tener un mejor conocimiento y criterio para poder agrupar las áreas de una manera óptima. Siendo un método que permite un análisis más realista de la situación de la empresa ya que se lo puede llegar a comparar con la realización de un rompecabezas con las restricciones que se tiene en las relaciones de espacios.

**Tabla 3-8:** Agrupación de relaciones por área de MAV muebles

	AREAS	A	E	I	O	U	X
1	Almacén Tubos	2,7				3,4,8	5,6,9
2	Cerrajería	1	3,5			7	4,6,8,9
3	Laminados		2,5		4,7,8	1,6,9	
4	Pintura	5,6			3,8,9	1	2,7
5	Espera	4	2,3	6	8,9	7	1
6	Enfriado	4,8,9		5		3	1,2,7
7	Carpintería	1	8		3,9	2,5	4,6
8	Tapizado	6,9	7		3,4,5	1	2
9	Ensamblaje	6,8			4,5,7	3	1,2

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-29:** Layout mediante el método de bloques adimensionales

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

De acuerdo con el análisis que se realizó para la elaboración de la redistribución se tuvo en consideración las relaciones que vienen especificadas en cada bloque lo cual nos ayudó a tener una distribución más coherente en cuanto a las relaciones entre espacios de trabajo, por otro lado, se tuvo presente las restricciones físicas de la infraestructura actual, como son el posicionamiento del horno en el área de pintura, el almacén de los tubos, y la carpintería.

### 3.11. Simulación de alternativas planteadas mediante CORELAP y bloques adimensionales

Para la simulación de alternativas se toman en cuenta las características más importantes de los procesos como tiempo de ejecución del proceso por pieza o por lote, parámetros como la

necesidad de un operario para realizar el proceso, la disposición de las diferentes máquinas la cual está delimitada por los esquemas de distribución obtenidos con el uso de los métodos CORELAP y bloques adimensionales, utilizando el software FLEXSIM.

Es importante mencionar que la única diferencia entre la simulación de cada alternativa será la distribución de los puestos de trabajo centrándonos en obtener estadísticos que determinen la mejor opción de distribución, las configuraciones de cada proceso y elemento de la simulación se mantiene en ambos casos.

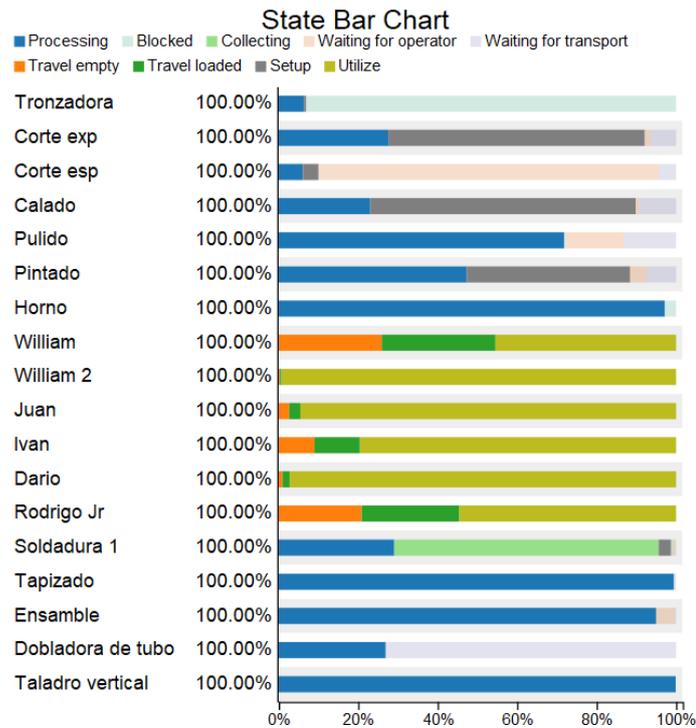
### 3.11.1. Alternativa planteada mediante CORELAP



**Ilustración 3-30:** Simulación en FlexSim de la primera alternativa de distribución

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

De acuerdo con la simulación realizada en FlexSim del flujo de trabajo en la producción de sillas apilables de estructura metálica con asiento y espaldar tapizado, se obtuvo un tiempo de ciclo de 32744.19 segundos lo cual es equivalente a 9.10 horas de trabajo cíclico.

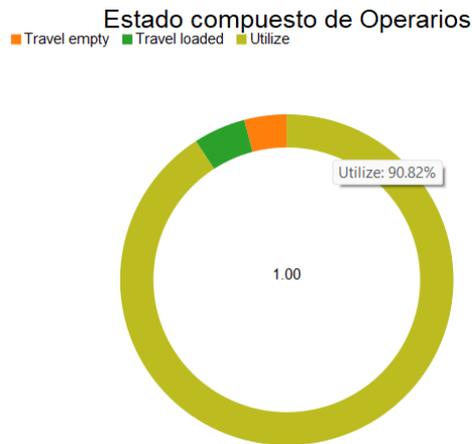


**Ilustración 3-31:** Diagrama de barras de estado de elementos clave de alternativa 1

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Una vez finalizada la simulación del primer escenario se pudo obtener los siguientes indicadores tanto de los procesadores de materia prima, así como de los operarios. En esta gráfica se puede apreciar que las operaciones, en un plano general, se mantienen productivas al contar un porcentaje de operación alto, en la estimación de las estadísticas se excluyó el tiempo de inactividad de los procesos ya que se tomó como base la información de los procesos recopilada por los diagramas analíticos de procesos y al realizar el proceso de estación en estación resulta que las máquinas cuentan con altos tiempos de inactividad y bloqueo. Por otra parte, es evidente que existen cuellos de botella en cuanto a la espera de material o de transporte de los operarios con 93.09% de bloqueo en la tronzadora o con 85.73% de espera por operario del corte de esponja y un 73.09% espera por transporte en la dobladora de tubo; estas aristas del proceso se pulirán en la propuesta estandarizada del proceso de tal manera que exista un movimiento más fluido del material entre procesos.

Otro punto importante de análisis son las estadísticas de los ejecutores de tareas, se puede apreciar que se tiene un alto porcentaje de utilización de los operarios con valores significativos; con un 54.54% de tiempo en viajes del operario 1, un 0.72% para el operario 2, un 5.46% para el operario 3, un 20.42% para el operario 4, un 2.75% para el operario 5 y por último un 45.47% para el operario 6.

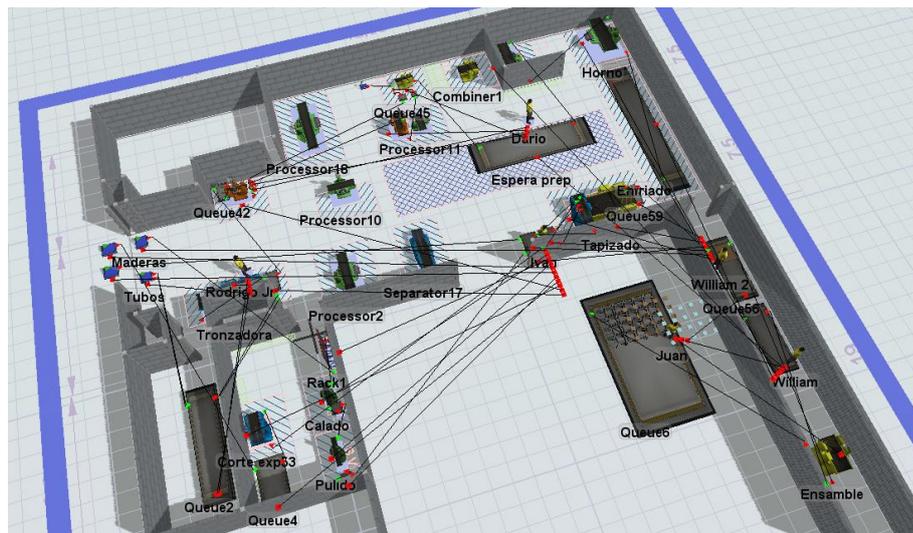


**Ilustración 3-32:** Diagrama circular de estado de operarios de alternativa 1

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El gráfico circular nos proporciona una representación más imparcial de cómo se emplean los trabajadores en la producción de la silla. Se observa que el tiempo de movilización representa un 9.18% esto involucra el porcentaje de 5.06% de viaje con carga y 4.12% de viaje en vacío, en contraste con un 90.82% de tiempo de uso activo de operarios.

### 3.11.2. Alternativa planteada mediante bloques adimensionales

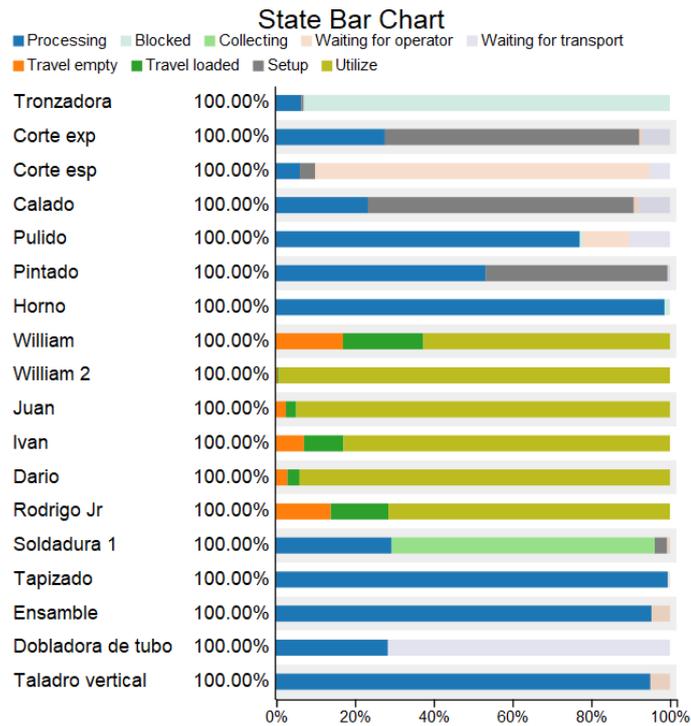


**Ilustración 3-33:** Simulación en FlexSim de la segunda alternativa de distribución

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

De acuerdo con la configuración de procesadores, combinadores, multiprocesadores y operadores utilizados para la simulación y evaluación de las alternativas se obtuvo un tiempo de ciclo de 32105.60 segundos que equivale a 8.91 horas de trabajo de manera cíclica, posteriormente se

evaluarán las estadísticas de los elementos clave dentro del proceso de producción de las sillas apilables de estructura metálica con asiento y espaldar tapizado.



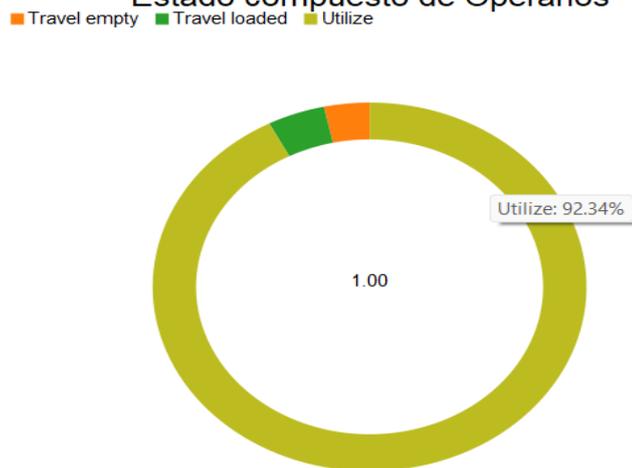
**Ilustración 3-34:** Diagrama de barras de estado de elementos clave de alternativa 2

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

De acuerdo con las estadísticas obtenidas mediante la simulación en FlexSim 2019 se puede apreciar en un plano general los estados tanto de las máquinas como de los operarios que están involucrados en el proceso de producción de las sillas apilables, se encontraron valores que nos marcan pautas para una mejor planificación y asignación de personal para las tareas del proceso en cuanto a la utilización de la tronzadora, el corte de la esponja y la dobladora de tubo que se encuentran por debajo del 50% en tiempo de procesado debido a la espera de un operario que utilice la máquina o que se transporte el producto semi procesado a la siguiente estación.

Por otra parte, se puede apreciar que se tiene un alto porcentaje de utilización de los operarios con valores superiores al 50%; con un 37.37% de tiempo en viajes del operario 1, un 0.68% para el operario 2, un 5.09% para el operario 3, un 17.09% para el operario 4, un 5.97% para el operario 5 y por último un 28.49% para el operario 6.

**Estado compuesto de Operarios**



**Ilustración 3-35:** Diagrama circular de estado de operarios de alternativa 2

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El diagrama circular nos muestra de manera más objetiva la utilización de los operarios en el proceso de fabricación de la silla, teniendo porcentaje de viaje en vacío de 3.39% y con carga 4.28% para un total de 7.67% en viajes frente al 92.34% de tiempo de utilización.

### 3.11.3. Selección de la alternativa adecuada a las necesidades de MAV Muebles

Una vez recopilada la información proporcionada por el software de simulación se puede tomar una decisión que sea acertada en pro de los objetivos de esta investigación, de tal manera se puede afirmar que la alternativa propuesta con el uso de la metodología de bloques adimensionales presenta mejores características en cuanto al porcentaje de tiempo empleado en transporte de material, con una diferencia de 0.71% en viaje en vacío y de 0.78% de viaje con carga, valores que en el balance global generan una diferencia de 1.52 puntos porcentuales en cuanto al tiempo que toma en recorrer el material entre estaciones.

La siguiente tabla resume los valores obtenidos en la simulación:

**Tabla 3-9:** Resultados de la simulación sobre los estados de operarios

	Distribución 1	Distribución 2
Utilización	90.82%	92.34%
Viaje en vacío	4.12%	3.39%
Viaje cargado	5.06%	4.28%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Según tabla 3-9, en los resultados de la simulación, se puede apreciar una diferencia que al analizarla en cuanto a viabilidad de ejecución teniendo presente la logística y costos en los que incurriría para movilizar las máquinas resulta mucho más factible la implementación de la segunda alternativa de distribución, incluso debido a que los métodos utilizados se diferencian en las variables que utilizan para llegar a un resultado, el método CORELAP se basa simplemente en la matriz de relación de espacios y evalúa si las dimensiones requeridas de cada área alcanzan dentro del espacio del que se dispone, sin embargo carece del factor analítico del que si goza el método de bloques adimensionales que permite ajustar la distribución a las posibilidades del espacio físico que se requiere. Teniendo en cuenta lo antes mencionado y con base en los resultados obtenidos en la simulación se elige la implementación de la segunda alternativa de distribución.

### 3.12. Evaluación de productividad con distribución inicial

**Tabla 3-10:** Resumen de métricas del cursograma de elaboración de sillas apilables

Parámetro	Cantidad
Operaciones	1182
Transportes	372
Inspecciones	100
Esperas	562
Almacenajes	2
Operaciones combinadas	20
Actividades realizadas	2238
Distancias recorridas	246.24 metros
Tiempo de elaboración del lote de 20 sillas	1922.48 minutos
<b>Índice de valor agregado IVA</b>	63.37%
<b>Índice de actividades de valor agregado IAVA</b>	53.71%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Con la situación inicial de la producción de sillas apilables se tiene los resultados de la tabla 3-10, que a su vez se obtuvieron del cursograma analítico presentado en el ANEXO A.

Con lo cual se puede realizar el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar de la situación inicial como se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo promedio } T_p = 8047.43 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo Normal} = T_p * \text{Factor de valoración de Westinghouse}$$

$$\text{Tiempo Normal} = 8047.43 \text{ s} * 1.06$$

$$\text{Tiempo Normal} = 8530.27 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} * \% \text{ suplementos OIT}$$

$$\text{Tiempo Estándar} = 8530.27 \text{ s} * 1.2$$

$$\text{Tiempo Estándar} = 10236.33 \text{ s}$$

$$\text{productividad por silla} = \frac{1 \text{ silla}}{2.84 \text{ horas}} = 0.325 \text{ sillas/hora}$$

$$\text{productividad por lote de sillas} = \frac{20 \text{ sillas}}{32.04 \text{ horas}} = 0.62 \text{ sillas/hora}$$

El tiempo estándar con este modo de operación es de 2.84 horas, es decir que la productividad del área de producción es de 1 silla por 2.84 horas.

### 3.13. Plan de acción de acción para aplicación de 5S del Lean Manufacturing

Para la correcta aplicación de la metodología se inició con la creación del comité el cual está conformado por el gerente propietario, el jefe de producción y el operario con más antigüedad dentro de la empresa, con los cuales se coordinó de manera conjunta las actividades de planificación, aplicación, evaluación, rectificación y mejora en cuanto a la metodología 5S.

Teniendo en cuenta que con base en la técnica de la observación se evidencia una falta de organización control y limpieza del área productiva se realizó la evaluación de la situación inicial a nivel global mediante el formato de evaluación de Leonardo Espejo,(2011) ; de tal manera que surgió la necesidad de la implementación de esta herramienta de mejora continua; para ello se tiene como base un cronograma para la ejecución coordinada de acciones.

GANTT DE IMPLEMENTACION DE 5S EN MAV MUEBLES																					
FUNCIONES	PASOS	AREA/SECCION																			
		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diagnóstico Inicial																					
Socialización																					
Diseño del plan de acción																					
Ejecutar	Paso 1 Clasificar																				
	Paso 2 Ordenar																				
	Paso 3 Limpiar																				
	Paso 4 Estandarizar																				
Evaluar	Paso 5 Entrenamiento y Disciplina																				

**Ilustración 3-36:** Diagrama de Gantt de implementación de 5S en MAV Muebles.

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.14. Resultados de la evaluación inicial de las 5S del Lean Manufacturing

Para el análisis tanto de la situación actual como los resultados luego de la implementación de las 5S es imprescindible la utilización de un formulario de auditoría, para ello Leonardo Espejo,(2011); propone un formulario que se ajusta a las necesidades de evaluación del proceso productivo analizado en esta tesis.

#### 3.14.1. Seiri

**Tabla 3-11:** Evaluación inicial de clasificación en el área de producción.

<b>Id</b>	<b>S1=Seiri=Clasificar</b>	<b>SI</b>
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	<input type="checkbox"/>
7	¿Está todo el mobiliario: mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>0</b>

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

En la evaluación inicial de la clasificación o Seiri se evalúa la manera en la que se ubican los equipos y materiales según la necesidad de la zona de trabajo.

Los resultados obtenidos durante el primer análisis del Seiri en el área de producción nos dan un valor de 0, debido a que la empresa no cuenta con una planificación ni de espacios ni de residuos.

### 3.14.1.1. Dificultades y problemas

Durante la observación de los espacios utilizados para la producción se pudieron identificar objetos como: hornos, residuos de la actividad productiva, desechos de alimentos, ropa e implementos de trabajo deteriorados, chatarra y equipos dañados u obsoletos que perjudican el desempeño de los trabajadores y por ende de la empresa. Según (Pérez y Quintero 2019, p. 414) la presencia de elementos innecesarios, genera un ambiente de trabajo inadecuado, puesto que la mala distribución y clasificación de materiales impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta la observación del funcionamiento de los equipos y máquinas, y se obstaculizan las salidas de emergencia provocando que el área de trabajo sea insegura.

### 3.14.1.2. Acciones propuestas

Se propuso la utilización de las tarjetas rojas que se aplican en la metodología con el fin de etiquetar los artículos que se encuentren generando dificultades o no pertenezcan al área de trabajo en la que se encuentran, de tal manera se tiene un indicador visual y también información que nos ayuda a tomar una decisión sobre los artículos.

Para ello se diseñó una tarjeta roja específica para la empresa la cual será la herramienta de etiquetado que utilizará el operario con más años de trabajo dentro de la empresa y que conforma el comité de las 5S.

**MAV**  
**TARJETA ROJA 5'S**

Área: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Responsable: \_\_\_\_\_  
Descripción de Artículo: \_\_\_\_\_

**CATEGORÍA**

<input type="checkbox"/> Máquina / Equipo	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Material gastable
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Otros

\_\_\_\_\_

**RAZÓN DE TARJETA**

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Oxidado
<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Material gastable
<input type="checkbox"/> Averiado	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	

\_\_\_\_\_

**ACCIÓN REQUERIDA**

<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Reciclar
<input type="checkbox"/> Reubicar	<input type="checkbox"/> Devolver
<input type="checkbox"/> Reparar	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado	

Fecha para concluir acción: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Ilustración 3-37:** Diseño de la tarjeta roja a utilizar en MAV Muebles

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-38:** Aplicación de tarjetas rojas en el área de soldadura

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-39:** Aplicación de tarjetas rojas en el área de doblado de tubería

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Existen elementos que por su tamaño y peso no pudieron ser trasladados si embargo se les asignó una tarjeta roja estableciendo en ella una fecha más amplia para realizar la acción correctiva.

### 3.14.2. Seiton

**Tabla 3-12:** Evaluación inicial de ordenar en la empresa

Id	S2=Seiton=Ordenar	SI
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	<input type="checkbox"/>

2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	<input type="checkbox"/>
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?	<input type="checkbox"/>
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	<input type="checkbox"/>
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?	<input checked="" type="checkbox"/>
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	<input type="checkbox"/>
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	<input type="checkbox"/>
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	<input type="checkbox"/>
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>1</b>

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

El parámetro evaluado Seiton, nos permite identificar la organización de los elementos clasificados como necesarios.

#### 3.14.2.1. *Dificultades y problemas*

Los resultados obtenidos durante la evaluación de la organización fueron de 1, esto debido principalmente a que en la situación inicial de la empresa no existía una clasificación adecuada de la zona productiva de la empresa. Partiendo desde este punto la situación organizativa tiene grandes falencias, tales como el difícil acceso a los materiales y equipos de trabajo, existe carencia de lugares para el almacenamiento de materiales específicos y una falta de costumbre del personal para organizar su espacio de trabajo lo que según (Domínguez 2020, p. 31-32) afecta directamente al flujo de trabajo, tiempo de producción, seguridad laboral y al rendimiento general de la empresa.

#### 3.14.2.2. *Acciones propuestas*

Se aplicó la delimitación de las áreas de trabajo teniendo en cuenta el diseño de la redistribución obtenida mediante bloques adimensionales, considerando qué, bajo la normativa para la seguridad

y salud de los trabajadores dentro del capítulo I del título III el Art.74 sobre las separaciones de máquinas indica que se deben considerar separaciones de mínimo 800 mm del punto más sobresaliente de la máquina. Así como también hay que considerar que este reglamento en su Art.167 sobre los tipos de colores, establece que los colores de seguridad se atenderán a las especificaciones contenidas en las normas del INEN que, a su vez, en su norma INEN 439 especifica el color amarillo para indicar atención, cuidado o peligro. Por otra parte, para el grosor de la línea de demarcación según la norma OSHA 1910.22 debe ser de mínimo 2 pulgadas y como máximo 6 pulgadas.

Además, se incluyó la instalación de tableros informativos en los cuales consta la planificación de producción, así como la asignación de la puntuación de la metodología 5S complementando con letreros que indiquen las ubicaciones de herramientas, accesorios y elemento de descarte que se tienen en las estaciones de trabajo.



**Ilustración 3-40:** Estación de tapizado ordenada

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.14.3. Seiso

**Tabla 3-13:** Evaluación inicial de limpiar en el área de producción.

Id	<b>S3=Seiso=Limpiar</b>	SI
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>

5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?	<input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?	<input type="checkbox"/>
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	<input type="checkbox"/>
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza en conjunto con el mantenimiento de la planta?	<input type="checkbox"/>
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	<input type="checkbox"/>
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>2</b>

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

La tercera “S” del Lean Manufacturing nos permite evaluar el estado de limpieza de la zona de producción, lo que implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad y los lugares de difícil acceso para limpiar. La mejora de este parámetro se implementa mediante la aplicación de procedimientos y hábitos de limpieza continua en el personal que labura para la empresa.

#### 3.14.3.1. *Dificultades y problemas*

Los resultados obtenidos en este punto son de 2/10 puesto que la empresa carece de personal de limpieza que se encargue exclusivamente de este punto, y el resto de personal no tiene hábitos de limpieza por lo que la suciedad es acumulativa de un largo periodo de tiempo.

(Vázquez y Moreu 2018, p. 61-64) menciona que, la falta de limpieza en las áreas de una empresa afecta a la imagen de la institución, a la confianza del cliente en el producto de comercialización y al deterioro de equipos y maquinarias, lo que en conjunto genera un ambiente de trabajo negativo.

#### 3.14.3.2. *Acciones propuestas*

Se realizó un cronograma de las actividades que son pertinentes a promover y mejorar la limpieza dentro del área de producción de tal manera que se tenga conocimiento de las acciones que se han de realizar cada día de la semana por parte de los operarios.

**Tabla 3-14:** Cronograma de actividades de la fase Seiso

Área	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Producción	Limpiar polvos		X		X	
	barrer	X		X		X
	separar sobrantes	X		X		X
	eliminar chatarra					X
	eliminar desechos comunes y sobrantes	X	X	X	X	X

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**Ilustración 3-41:** Toma de acción de actividades de limpieza

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

#### 3.14.4. Seiketsu

**Tabla 3-15:** Evaluación inicial de estandarización en el área de producción

Id	S4=Seiketsu=Estandarizar	SI
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	<input type="checkbox"/>
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	<input type="checkbox"/>

6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	<input type="checkbox"/>
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	<input type="checkbox"/>
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	<input type="checkbox"/>
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	<input checked="" type="checkbox"/>
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (¿eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>3</b>

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Seiketsu es el método que nos permite crear un consolidado de las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, debido a la carencia de un adecuado manejo de la clasificación, organización y limpieza del área de producción resulta imposible implementar una estandarización de este modelo de manejo. (Pérez y Quintero 2019, p. 415)

#### 3.14.4.1. Dificultades y problemas

Durante la evaluación de la sistematización actual de la empresa el resultado obtenido es de 3/10, lo que evidencia una falta de normas en las cuales se detalle lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

#### 3.14.4.2. Acciones propuestas

Se presenta un cronograma de en qué se detallan las acciones que se realizarán con respecto a las tres etapas de la metodología anteriormente descritas, de tal manera que se tenga el conocimiento de las acciones que mantendrán y mejorar el nivel de las 5S en el área de producción.

**Tabla 3-16:** Cronograma de actividades de la fase Seiso.

Área	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
<b>Producción</b>	Colocar tarjetas rojas	x		x		x
	Clasificar		x		x	
	Distribuir		x		x	
	Creación de nuevas tarjetas					x

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

### 3.14.5. Shitsuke

**Tabla 3-17:** Evaluación inicial de disciplina del área de producción

<b>Id</b>	<b>S5=Shitsuke=Disciplinar</b>	<b>SI</b>
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	<input type="checkbox"/>
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	<input type="checkbox"/>
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	<input type="checkbox"/>
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?	<input type="checkbox"/>
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	<input type="checkbox"/>
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?	<input type="checkbox"/>
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	<input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	<input type="checkbox"/>
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	<input type="checkbox"/>
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>1</b>

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

En cuanto a la evaluación de la disciplina se obtienen un valor de 1/10, debido a que, al no tener un nivel organizativo, aquellos encargados de la parte productiva de la empresa han desarrollado una rutina que no implica disciplina, puesto que no es necesario esforzarse en no mantener un orden, clasificación o limpieza.

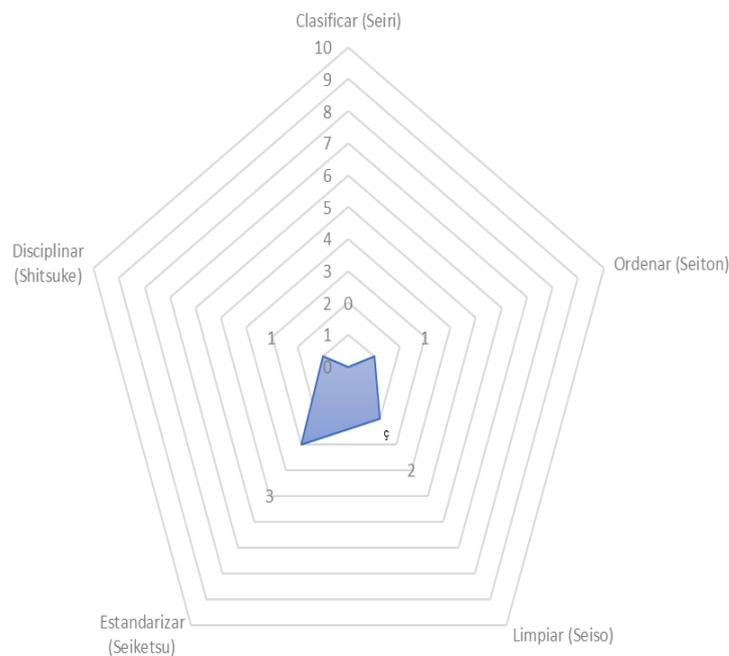
#### 3.14.5.1. Dificultades y problemas

Por esta razón es necesario establecer un cambio radical no solo en la manera de organizar la empresa sino en los trabajadores, ya que son ellos quienes deben encargarse de llevar adecuadamente el área, lo cual se logra con constancia y continuas revisiones, ya que en caso de no ser así y según (Coello 2022, p. 16-17) sin autodisciplina por parte de la mano obrera la aplicación de las 5S no será duradera y por ende se retoman los malos hábitos a los que se hace referencia las falencias operacionales de la empresa.

### 3.14.5.2. Acciones propuestas

Las evaluaciones se realizaron dos veces por semana a cargo del comité de las 5's examinando el cumplimiento de la metodología, con los resultados obtenidos se realizarán socializaciones informativas de la evolución de la metodología, la creación de la cultura de disciplina se la realizó con la ayuda de los tableros informativos de tal manera que se evite el retroceder en la calificación de las 5S y motivar a la mejora con la finalidad de alcanzar una meta del 90% y lograr estabilizarse en la puntuación.

### 3.15. Puntuación 5S inicial



**Ilustración 3-42:** Representación gráfica de resultados 5s inicial

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Teniendo en cuenta las puntuaciones obtenidas en la matriz de la metodología se alcanzó una puntuación de las 5S de 7, lo cual representa el 14% de implementación de las 5S en el área de producción. La gráfica de araña nos permite representar gráficamente las metas que se desean alcanzar en la implementación de las 5S. Cada punta representa el valor determinado durante el análisis de las 5S en el estado inicial de la empresa por lo que se evidencia en el gráfico las falencias encontradas durante el análisis.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron producto de la comparativa del estado inicial de la empresa con los cambios obtenidos luego de la implementación de la redistribución y de las 5s del Lean Manufacturing. Esto nos permite establecer una adecuada estandarización del proceso de producción, mejorando el rendimiento de la empresa y garantizando la calidad de sus productos para establecerse de manera firme dentro del mercado local y nacional.

#### 4.1. Resultados del estado final de la empresa

##### 4.1.1. Estado de la empresa luego de la implementación de las 5s del Lean Manufacturing

La intervención por parte de los investigadores se realizó mediante capacitaciones continuas y progresivas a los trabajadores de la empresa MAV muebles, en donde se identificaron los equipos y materiales necesarios, así como la importancia de una adecuada organización y limpieza de las áreas del trabajo y los beneficios que se pueden obtener para la parte productiva de la empresa. En el apartado de la clasificación o Seiri, se identificaron los elementos incensarios de la zona de producción, por lo que se procede a desechar todo aquello que no pertenece al área de trabajo. Una vez realizado este parámetro se realizan evaluaciones periódicas para ir generando una rutina en los trabajadores.

**Tabla 4-1:** Evaluación inicial de disciplina del área de producción

0	1	2	3	4	5	Objetivo
0	5	8	8	9	8	9
1	3	5	7	6	7	9
2	2	5	5	7	8	9
3	2	2	5	5	6	9
1	1	3	5	5	6	9
<b>7</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>45</b>

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

La tabla presentada anteriormente refleja el resultado de la última evaluación realizada, obteniéndose una puntuación de 8/10 que representa una mejora del 80% en este parámetro, sin embargo, es necesario continuar fortaleciendo buenos hábitos en la clasificación de todo el material requerido en la zona de producción para generar mejores resultados productivos y de rendimiento de la empresa.

Dentro de los resultados obtenidos se puede evidenciar mejoras tales como:

- Liberación de espacio que permite visualizar y proyectar una adecuada redistribución del área.
- Mejora en la eficiencia del flujo de trabajo.
- Materiales y equipos al alcance lo que reduce los tiempos de búsqueda.

Una vez clasificados los equipos y materiales necesarios para el área de producción, se intervino en la manera en la que se organizan. Esto mediante la señalización de las zonas específicas en donde se debe almacenar cada material, equipo, insumo o desecho. La manera de evaluación fue periódica para determinar las falencias y sobre todo ir creando una rutina en los trabajadores de la empresa para que la organización sea permanente y duradera.

Los resultados mostrados son los obtenidos durante la última evaluación realizada, en donde se obtuvo un valor de 7/10 que en comparación al estado inicial representa una mejora del 70% en cuanto a la organización. Si bien aún se deben realizar mejoras, el incremento obtenido resulta de gran apoyo en el funcionamiento general de la empresa y sobre todo en el rendimiento de la productividad.

La implementación de las primeras 2S del Lean Manufacturing nos permitió identificar la cantidad de desechos generados en la zona de producción, de esta manera se logró realizar una limpieza profunda tanto de los espacios como de las máquinas y equipos.

Según (Pérez y Quintero 2019) la limpieza adecuada de las áreas de una empresa permiten generar espacios seguros para los obreros y reducción de costos en mantenimiento de equipos. Además, genera ambientes laborales adecuados que estimulan la productividad de la mano de obra.

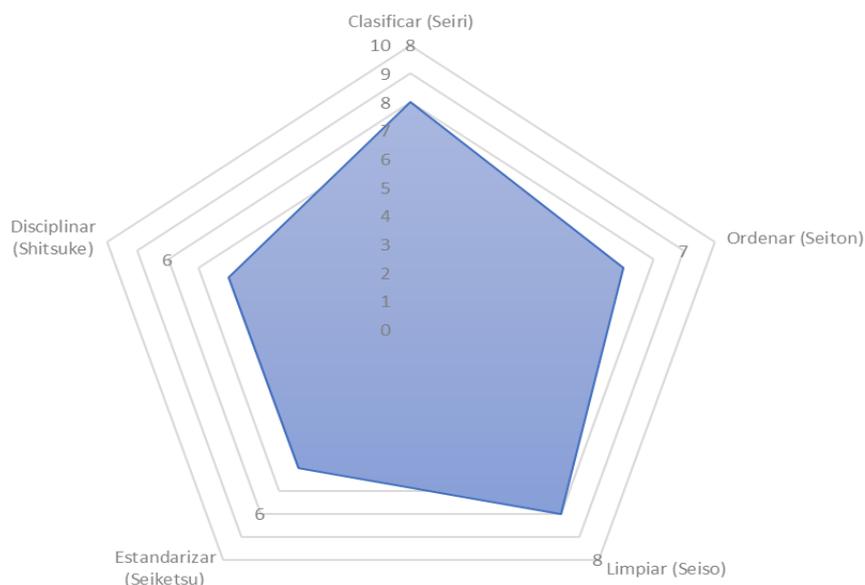
Los resultados obtenidos representan un incremento del 60% para el apartado de limpieza, ya que se obtienen una puntuación de 8/10, es decir 80%. Este resultado se puede ver afectado debido a que MAV muebles no cuenta con personal específico de limpieza y son los mismos obreros quienes se encargan de mantener las zonas de manera adecuada y según estable la tercera “S” del Lean Manufacturing.

La estandarización de procesos o Seiketsu nos da un resultado de 6/10 que presenta una mejora de un 30% a comparación del estado inicial de la empresa. Las razones por las que el proceso de estandarización no refleja un incremento considerable son varias, siendo una de las principales la falta de inversión en la mejora de la infraestructura de la empresa. Sin embargo, mediante la intervención por parte de los investigadores han permitido fomentar en el personal hábitos de organización y limpieza que se han ido controlando de manera periódica y han generado una especie de rutina en cómo se lleva el área de producción de una manera más eficiente.

En cuanto al parámetro de la disciplina generada en el personal de la empresa se obtiene un incremento de 30 %, en comparación con la evaluación en la situación inicial de la empresa, obteniéndose una puntuación de 6/10.

La disciplina implica tener un proceso estandarizado para ejecutarlo periódicamente sin la necesidad de intervenir en los procesos, sin embargo, es necesario previamente realizar mejoras que permitan incrementar los rendimientos de las 4S anteriormente evaluadas para partiendo de una base sólida poder generar la disciplina que requiere la empresa.

De manera general los resultados nos permiten evidenciar de manera cuantitativa la importancia de implementar las 5S del Lean Manufacturing. En el estado inicial se obtuvo un total de 7/50 que representa el 14% en cuanto al funcionamiento. Luego de aplicadas las 5S se obtiene un total de 35/50 que representa un 70% que permite la mejora en los procesos y sobre todo en el rendimiento del área de producción de la empresa MAV muebles de Riobamba.



**Ilustración 4-1:** Gráfica de araña del estado de %s luego de la intervención

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

La gráfica de araña nos permite hacer visible el cambio dado luego de la implementación de una adecuada distribución y de la aplicación de las 5S del Lean Manufacturing en un proceso estandarizado. En donde se evidencia que para obtener un pentágono perfecto es necesario ahondar y profundizar los cambios realizados en cuanto a la estandarización de las primeras 3S, lo que requiere de constancia y continuas capacitaciones al personal que permitan que estos cambios se mantengan en el tiempo y se vuelvan parte del cotidiano del personal de producción.

#### **4.1.2. La productividad luego de la redistribución y estandarización**

En cuanto a la redistribución una vez evaluadas las alternativas se procedió a la realización de un plano en que se consideran las dimensiones de las máquinas, mobiliario auxiliar, y espacio de operación y pasillo de seguridad de acuerdo con lo estipulado en el Decreto Ejecutivo 2393.

Este plano se puede apreciar en el **ANEXO E** en que se ha considerado el esquema propuesto con el método de bloques adimensionales. Un indicador de que la distribución ha sido benéfica para el flujo del material se puede observar en el

**ANEXO F** que corresponde al diagrama de hilos del proceso de producción de las sillas, se evidencia un cambio significativo en cuanto al recorrido que hacen los diferentes materiales y una reducción significativa en los cruces existentes en el flujo del proceso.



**Ilustración 4-2:** Implementación de redistribución  
(área de doblado)

**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

En cuanto a la propuesta de un proceso mejorado y estandarizado en tiempos, se desarrolló un nuevo cursograma analítico el cual se puede apreciar en el **ANEXO D**, recopilando los datos en la siguiente tabla:

**Tabla 4-2:** Resumen de métricas del cursograma mejorado de elaboración de sillas apilables

Parámetro	Cantidad
Operaciones	761
Transportes	169
Inspecciones	20
Esperas	252
Almacenajes	3
Operaciones combinadas	0
Actividades realizadas	1205
Distancias recorridas	165.98 metros
Tiempo de elaboración del lote de 20 sillas	1196.823 minutos
<b>Índice de valor agregado IVA</b>	79.72%
<b>Índice de actividades de valor agregado IAVA</b>	63.15%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Los resultados obtenidos reflejan un incremento en el índice de valor agregado de 14.73% y del índice de actividades de valor agregado de 9.44% lo cual nos indica un proceso mucho más adecuado y eficiente en comparación al anterior. Este cursograma proporciona un resumen que lo compara con el cursograma inicial de tal manera que nos muestra la economía de actividades que se ha obtenido. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4-3:** Tabla comparativa de cantidad de actividades en el proceso

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Mej.	Econ.
	Operación	1182	761	-36%
	Transporte	372	169	-55%
	Inspección	100	20	-80%
	Espera	562	252	-55%
	Almacenaje	2	3	50%
	Oper. Combinada	20	0	-100%
Total de actividades realizadas		2238	1205	-46%
Distancia total el metros		246.24	165.98	-33%
Tiempo min/lote de silla		1922.476	1436.187	-25.3%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Luego del análisis se puede reportar un ahorro del 36% en operaciones para obtener un lote de 20 sillas apilables, una reducción de más de la mitad de los transportes además de su reducción en cantidad, tenemos su reducción en medida al economizar un 33% de la distancia en metros que recorre el material.

En conclusión, existe una mejoría en el nuevo método propuesto y se corrobora la influencia de una distribución adecuada a la mejora de los indicadores de eficiencia del proceso productivo.

Una vez tomados los tiempos de los diferentes operaciones y transportes como se observa en el ANEXO D se puede calcular el tiempo promedio por operación, establecer un tiempo normal para la actividad mediante la multiplicación del factor de valoración de Westinghouse, y posteriormente obtener el tiempo estándar mediante la consideración de los tiempos suplementarios.

$$\text{Tiempo promedio } T_p = 7257.22 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo Normal} = T_p * \text{Factor de valoración de Westinghouse}$$

$$\text{Tiempo Normal} = 7257.22 \text{ s} * 1.06$$

$$\text{Tiempo Normal} = 7692.65 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} * \% \text{ suplementos OIT}$$

$$\text{Tiempo Estándar} = 7692.65 \text{ s} * 1.2$$

$$\text{Tiempo Estándar} = 9231.19 \text{ s}$$

$$\text{productividad por silla} = \frac{1 \text{ silla}}{2.56 \text{ horas}} = 0.391 \text{ sillas/hora}$$

$$\text{productividad por lote de sillas} = \frac{20 \text{ sillas}}{23.94 \text{ horas}} = 0.84 \text{ sillas/hora}$$

Con un tiempo estándar equivalente a 2.56 horas lo cual indica una productividad de 0.391 sillas por hora obteniendo un incremento de 10.97 puntos porcentuales en proceso de producción de sillas metálicas. Los resultados anteriormente descritos se presentan en un cuadro resumen a continuación:

**Tabla 4-4:** Tabla comparativa de indicadores del proceso

Parámetro	Proceso Final	Proceso Inicial	Contraste
Operaciones	761	1182	36% ahorro
Transportes	169	372	55% ahorro
Inspecciones	20	100	80% ahorro
Esperas	252	562	55% ahorro
Almacenes	3	2	50% incremento
Operaciones combinadas	0	20	100% ahorro
Actividades realizadas	1205	2238	46% ahorro
<b>Distancias recorridas</b>	165.98 m	246.24 m	33% ahorro
<b>Tiempo de ciclo del lote de 20 sillas</b>	1196.823 min	1922.48 min	25.3% ahorro

<b>Índice de valor agregado IVA</b>	79.72%	63.37%	Incremento de 16.35%
<b>Índice de actividades de valor agregado IAVA</b>	63.15%	53.71%	Incremento 9.44%
<b>Tiempo Normal</b>	2.02 horas	2.36 horas	Reducción del 14.41%
<b>Tiempo Estándar</b>	2.56 horas	2.84 horas	Reducción del 9.86 %
<b>Productividad en la producción de una silla</b>	0.391 sillas / h	0.352 sillas /h	Incremento del 10.97%
<b>Productividad en la producción de un lote de sillas</b>	0.84 sillas / h	0.62 sillas / h	Incremento del 35.48%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

Como se puede apreciar en la tabla anterior se muestra de manera detalla la razón por la cual ha existido una mejora significativa en los indicadores del proceso, dentro de los 16.35 puntos porcentuales que incrementa el IVA se encuentran toda la economía de actividades realizada en el flujograma de procesos y con la ayuda de una distribución que ha sido diseñada bajo un estudio de relaciones de espacios es posible mejorar los tiempos de producción.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La estandarización de procesos se logra mediante la aplicación de una distribución adecuada de los espacios de producción y con la implementación de las 5S del Lean Manufacturing, logrando establecer mejoras en los tiempos de producción y en la organización empresarial, de esta manera se obtiene un incremento del 35,48% en la productividad por lote de las sillas metálicas apilables evaluadas en la investigación, lo cual genera un crecimiento lo cual representa el crecimiento de la empresa dentro del mercado.

Mediante la utilización de FlexSim se compararon las estadísticas de la redistribución planteada tanto con CORELAP como con bloques adimensionales, obteniéndose un 9,18% y 7,67% respectivamente en tiempo de movilización y del 90,82% para el CORELAP y 92,34% para bloques adimensionales, evaluando el tiempo de uso activo de los operarios, por lo que la alternativa tomada y aplicada es la establecida mediante bloques adimensionales.

La redistribución aplicada permitió reducir el tiempo estandar de producción por unidad fabricada en un 9,86% y un 14,41% en el tiempo normal, generando un mejor flujo de los materiales y un mejor funcionamiento del área productiva de MAV muebles.

Luego de la intervención con la implementación y seguimiento de las 5S, se obtuvo un incremento al 70%, reflejando un mayor nivel organizacional que permite generar un adecuado entorno de trabajo.

En la evaluación inicial de la empresa se obtuvo un 14% para las 5's del lean manufacturing, así como también un 63,37 en el IVA y 53,71% para el IAVA, lo cual refleja la necesidad de mejorar estos parámetros mediante una adecuada redistribución y organización empresarial.

Para la evaluación de la estandarización de procesos se analiza la producción de sillas apilables de estructura metálica y espaldar tapizado, luego de la intervención realizada presentaron modificaciones que resultan beneficiosas dadas en 79,72% IVA; 63,15% IAVA. La disminución en los tiempos de producción refleja también un incremento en los niveles de productividad y competitividad de la empresa.

## **5.2. Recomendaciones**

Para realizar una mejora dentro de procesos es recomendable entender de manera general el proceso de producción inicial y contrastar esa información con lo que realmente está ocurriendo dentro del proceso productivo, de tal manera que se tenga un entendimiento tanto teórico como práctico del flujo de las actividades.

Se debe mantener una comunicación activa tanto con el jefe del área de producción, así como con los operarios, que al ser un grupo reducido de personal se pudo ir socializando paulatinamente los cambios que se realizarán en sus puestos de trabajos, procurando tener una retroalimentación con estos ya que tienen años de experiencia realizando su labor.

Se recomienda a la empresa MAV muebles la constancia en las auditorías de la implementación de las 5S para progresivamente ir aumentando la calificación y forjar la disciplina en los puestos de trabajo que es el punto más importante de la metodología aplicada.

Tener en cuenta la clasificación de la maquinaria calificada en la primera S (Seiri) como obsoleta para tomar acciones inmediatas sobre estos bienes, esto significará un aprovechamiento de espacio físico y una garantía del correcto funcionamiento de estas máquinas.

Luego de la implementación de las mejoras, se sugiere un análisis de los riesgos a los que los operadores están expuestos para la implementación del equipo de seguridad adecuado para cada caso.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALDÁS, D.,** *Indicadores iva, iava. Reingeniería-de-procesos.* [en línea]. [consulta: 23 agosto 2023]. Disponible en: <https://reingenieria-de-procesos-aldas.webnode.es/paseos/>.

**ÁLVAREZ, D., DE ÁVILA, J. & HURTADO, J.,** Aplicación de Metodología SLP para Redistribución de Planta en Micro Empresa Colombiana del Sector Marroquinería: Un Estudio de Caso. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones* [en línea], vol. 4, no. 1, [consulta: 27 abril 2023]. ISSN 2711-3280. DOI 10.17981/bilo.4.1.2022.11. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/4288>.

**ANTÓN, L. & CLAVIJO, O.,** *Mejoramiento de la productividad mediante la aplicación e implementación de herramientas Lean Manufacturing en la línea de Producción de puertas enrollables en industrias metálicas Vilema en el Cantón Guano* [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 18 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11392/1/85T00541.pdf>.

**ARBÓS, L.C.,** *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE: Técnicas para la planificación y diseño de procesos mono y multiproducto con soporte informático.* S.l.: Profit Editorial. ISBN 978-84-18464-31-7.

**ARROBA, N.,** *Aplicación de la metodología 5s para la mejora de productividad en una empresa productora de papeles absorbentes.* Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

**BARÓN, D. & ZAPATA, L.,** *Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil.* Cali: Universidad ICESI.

**CARDENAS, F.,** Diagrama de flujo de proceso: qué es, cómo se hace y ejemplos. [en línea]. [consulta: 23 agosto 2023]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-diagrama-flujo-procesos>.

**CASTILLO, V. & CORDOVA, R.,** *Propuesta de redistribución de planta para aumentar la productividad en la empresa minera Golden and Silver Mining SAC. Suyo, 2021.* [en línea]. Piura Perú: César Vallejo. [consulta: 8 junio 2023]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/108860/Castillo\\_RVJ-Cordova\\_GRJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/108860/Castillo_RVJ-Cordova_GRJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**COELLO, R.,** *Propuesta de mejora bajo la metodología 5'S en los procesos operativo en el área de almacenamiento de una empresa de confitería de la ciudad de Guayaquil* [en línea]. Guayaquil: Politécnica Salesiana del Ecuador. [consulta: 18 agosto 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22732/1/UPS-GT003778.pdf>.

**DÁVILA, F.,** AVA: Análisis de Valor Agregado. *prezi.com* [en línea]. [consulta: 23 agosto 2023]. Disponible en: <https://prezi.com/jsbunantd5fl/ava-analisis-de-valor-agregado/>.

**DE LA CRUZ, N.,** *Distribución de planta para la optimización de los procesos de producción de calzado en la empresa “Pionero”* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8548/1/Tesis\\_t942id.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8548/1/Tesis_t942id.pdf).

**DEGREGORI, O. & IZQUIERDO, W.,** *Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado* [en línea]. Lima: Universidad Tecnológica del Perú. [consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2367/Oscar%20Degregori\\_Wilder%20Izquierdo\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2367/Oscar%20Degregori_Wilder%20Izquierdo_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**DOMÍNGUEZ, G.,** *Lean manufacturing en gestión hospitalaria* [en línea]. Proyecto de fin de carrera. Alcoy: Universidad Politécnica de Valencia. [consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/162940/Dom%C3%ADnguez%20-%20Lean%20manufacturing%20en%20gesti%C3%B3n%20hospitalaria.pdf?sequence=1>.

**ESPEJO, L.,** *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora e la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura.* [en línea]. S.I.: Universidad Politécnica de Catalunya. [consulta: 24 agosto 2023]. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum\\_I.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum_I.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**FERNÁNDEZ, S.,** *Estudio de tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad de la empresa Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 23 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2234/1/609%20ING.pdf>.

**FLORES, F. & NÚÑEZ, G.,** *Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar* [en línea], vol. 4, no. 11, [consulta: 14

junio 2023]. ISSN 28065808. DOI 10.53734/mj.vol4.id216. Disponible en: <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/mj/article/view/216>.

**GÓMEZ, R.**, Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa «Facalsa» de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea], vol. 5, no. 5, [consulta: 23 abril 2023]. ISSN 2707-2215. DOI 10.37811/cl\_rcm.v5i5.876. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/876>.

**GUAMÁN, Á., MOYANO, J., CAYÁN, J. & GARCÍA, E.**, *Six Sigma Pasos para la mejora continua de procesos*. Ecuador: s.n. ISBN 978-9942-61-688-3.

**LANDAVERDE, O.**, *Simulación y virtualización del proceso de manufactura en Manufacturas Industriales Landaverde del producto de más venta* [en línea]. México: Centro de Tecnología Avanzada CIATEQ. [consulta: 23 agosto 2023]. Disponible en: <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/104/1/LandaverdeOcadizOscar%20MMANAV%202017.pdf>.

**LEMA, O. & APUPALO, T.**, *Implementación De Un Sistema De Control Y Análisis De La Producción En La Empresa Curtiembre Quisapincha Aplicando Las Herramientas Del Lean Manufacturing Para Incrementar La Productividad*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**MANZANO, M. & GISBERT, V.**, Lean Manufacturing: implantación 5S. *3C Tecnología\_Glosas de innovación aplicadas a la pyme* [en línea], vol. 5, no. 4, [consulta: 19 abril 2023]. ISSN 22544143. DOI 10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26. Disponible en: <http://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-implantacion-5s/>.

**PÉREZ, V. & QUINTERO, L.**, Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. [en línea], vol. 25, [consulta: 12 julio 2023]. DOI rces.v25n38.a9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf>.

**SÁNCHEZ, A., VAYAS, T., MAYORGA, F. & FREIRE, C.**, *Industria de muebles en Ecuador* [en línea]. 2021. S.l.: Universidad técnica de Ambato. [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2021/09/Industria-de-muebles-en-Ecuador.pdf>.

**TJUSILA, A.K., GOZALI, L. & DOALY, C.O.,** Factory Re-Layout with SLP, CRAFT, CORELAP, Promodel, and FlexSim for Optimization of Material Flow Movement. ,

**TOYOTA,** *Introducción a LEAN: Conceptos y Cultura al servicio de las Organizaciones eficientes* [en línea]. 2022. S.l.: s.n. Disponible en: <https://blog.toyota-forklifts.es/el-verdadero-valor-5s>.

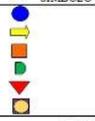
**VARGAS, E. & CAMERO, J.,** Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data* [en línea], vol. 24, no. 2, [consulta: 27 abril 2023]. ISSN 1810-9993, 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v24i2.19485. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/19485>.

**VÁZQUEZ, R. & MOREU, P.,** *Aplicación de la metodología Lean Manufacturing “5S” en una empresa de reparación de motores eléctricos para la mejora del trabajo.* Proyecto de fin de carrera. Sevilla: Universidad de Sevilla.

**VELOZ, J., VÁSQUEZ, M. & ARRASCUE, M.,** Mejora De Distribución De Planta, Para Incrementar La Productividad, En La Empresa Timones Hidráulicos Veloz De La Ciudad De Trujillo. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación* [en línea], vol. 7, no. 2, [consulta: 23 abril 2023]. ISSN 2313-1926. DOI 10.26495/icti.v7i2.1494. Disponible en: <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/1494>.

# ANEXOS

## ANEXO A: CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE SILLAS APILABLES

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA EMPRESA											
MAV MUEBLES											
BASADO EN LA ELABORACIÓN DE SILLAS APILABLES					<b>MODELO</b> 						
Hoja N° 1 De: 4 Diagrama N° 1		Operario <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>									
Proceso: Elaboración de silla apilable		RESUMEN									
Método:	Actual	<b>SÍMBOLO</b> 	<b>ACTIVIDAD</b>		<b>Act.</b>	<b>Mej.</b>	<b>Econ.</b>				
Lugar:	Planta central Riobamba		Operación	1182							
Dirección:	Evangelista Calero y Juan Bernardo de León		Transporte	372							
Inicia en:	Almacenaje		Inspección	100							
Finaliza en:	Almacenaje		Espera	562							
Fecha:	21/5/2023		Almacenaje	2							
Producto:	Silla apilable	Opqr. Combinada	20								
Nombre del Operario:		Total de actividades realizadas		2238							
		Distancia total el metros		246.24							
		Tiempo min/silla apilable		1922.48							
Número	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo segundos	SÍMBOLOS PROCESOS						OBSERVACIONES
											
1	Solicitar material del almacén	1									
2	Llevar el material a la estación de medición y trazado	8	7.72	226.04							Faca el lote optimo de producción (20 sillas) se recurren 16 tubos de 8m y el operario realiza viajes de 2 tubos.
3	Medición y trazado de las dimensiones adecuadas	60		480.00							
4	Llevar al área de la cortadora	8	4.08	119.46							
5	Cortar el material en las dimensiones marcadas	60		1440.00							
6	Transportar al área de doblado los tubos	4	2.15	31.48							Se transportan en viajes que continúan la cantidad de piezas para 4 sillas
7	Trazado de las medidas para dobleces	200		1280.00							Se trazan 20 dobleces del tubo entre espaldas y pazo para obtener una silla
8	Doblar los tubos en las máquinas manuales	200		3000.00							
9	Transportar al área de rectificad y escuadrado	200	2.72	1991.04							Se transportan de silla en silla para escuadrar y rectificar
10	Rectificar y escuadrar en caso de ser necesario	20		100.00							
11	Señalar los huecos a realizar	120		960.00							
12	Transporte al área de taladrado	20	5.29	387.23							
13	Perforar ca los puntos señalados	120		3600.00							
14	Lijado de las imperfecciones	120		1200.00							
15	Transportar a la estación de ensamblaje 1	20	11.40	834.48							Se transportan a esta área silla por silla
16	Realizar el armado totalmente de la silla	20		300.00							
17	Preparar la suelda	20		6240.00							
18	Soldar la estructura	100		2500.00							Se realizan cinco puntos de suelda por cada silla
19	Pulido de puutos de suelda	100		1000.00							
20	Verificación de los puntos de suelda	100		500.00							
21	Transportar la estructura al área de espera	20	11.45	838.11							
22	Realizar un desengrasado de la estructura	20		100.00							
23	Cubrir la estructura con una película fina de fosfato	20		720.00							
24	Enjuagar la estructura con agua pura	20		100.00							
25	Dejar reposar la estructura	1		7318.14							Se deja reposar sucesivamente las estructuras hasta que la última estructura haya reposado 10 minutos
26	Retirar el exceso de polvo	1		240.00							
27	Transportar al puesto de pintura	20	14.43	1036.28							Se transportan hacia el área de pintura de 4 sillas en 4 sillas para brindar una mejor calidad de curado.
28	Pintar la estructura	20		2400.00							
29	Llevar al horno	20	4.73	346.24							
30	Realizar el proceso de curado	1		4800.00							
31	Transportar las estructuras al área de enfriado	20	8.14	593.83							
32	Enfriamiento de estructuras	1		1700.00							
33	Transportar al área de ensamblaje final las estructuras	5	21.48	432.39							
34	Medición y trazado de los espaldares y asientos en madera	40		2800.00							
35	Transportar los pedazos madera a la sierra vertical	4	19.37	388.65							Se realizan viajes de 10 pedazos
36	Calado de las esquinas de la madera	160		8000.00							
37	Transportar la madera cortada a pulidora	4	24.47	358.24							
38	Pulir los filos de los espaldares y asientos	40		2400.00							
39	Llevar maderas a la estación de Tapizado	4	36.53	615.02							
40	Transportar esponja al área de tapizado	4	11.91	174.36							
41	Medición y trazado de los espaldares y asientos de esponja	40		4000.00							
42	Corte de la esponja	40		2400.00							
43	Transportar textil / expandible al área de tapizado	1	11.91	43.39							
44	Medición y trazado de los espaldares y asientos	60		6000.00							
45	Corte de textil / expandible	60		4200.00							
46	Transportar cambrella al área de tapizado	1	11.91	43.39							
47	Medición y trazado de los espaldares y asientos de cambrella	20		2400.00							
48	Corte Cambrella	20		1700.00							
49	Tapizado de espaldar	20		12000.00							
50	Tapizado de asicoto	20		12000.00							
51	Transportar los asicotos y espaldares al área de ensamble final	4	16.53	242.00							
52	Ensamble final de la silla	20		7200.00							
53	Transporte a la zona de producto terminado	5	20.02	366.37							
54	Almacenado del producto terminado	1									

Tiempo en minutos	1922.476	metros	246.24	115348.58	s
-------------------	----------	--------	--------	-----------	---

Índice de Valor Agregado IVA -	69.87%
LAVA -	69.71%

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

# ANEXO B: CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE SILLAS DE BAR

## CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA EMPRESA

MAV MUEBLES

BASADO EN LA ELABORACIÓN DE SILLAS DE BAR

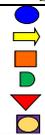


Hoja N° 1 De: 4 Diagrama N° 1		Operario: Material: X Máquina				MODELO			
Proceso:	Elaboración de silla soplada	RESUMEN							
Método:	Actual	SIMBOLO		ACT.	M.CJ.	Econ.			
Lugar:	Planta central Sumbilla	●	→	Operación	2530				
Dirección:	Evangelista Calero y Juan Bernardo de León	■	▲	Transporte	389				
Línea en:	Almacén	■	▲	Inspección	360				
Familia en:	Almacén	■	▲	Espera	1256				
Fecha:	24/5/2023	■	▲	Almacenaje	2				
Producto:	Silla de bar	■	▲	Oper. Continuada	0				
Nombre del Operario:				Total de actividades realizadas		4337			
				Distribución sobre el tiempo		377,39			
				Tiempo máximo de silla de bar		2307,62			
Numero	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				OBSERVACIONES
1	Seleccionar material del almacén	1			●	→	■	▲	
2	Transportar tubo redondo de 1in x 1,5mm	5	7,72	70,64	●	→	■	▲	Se realiza la limpieza de pintura (3 veces) en los tubos de tubo de bar y el que se realiza en los de sillas.
3	Medición y marcado de las dimensiones almacenadas	50		496,50	■	▲	■	▲	
4	Transportar a la coctelera	5	4,08	77,75	●	→	■	▲	
5	Cortar el material en las dimensiones almacenadas	50		956,50	■	▲	■	▲	
6	Transportar a la mesa de trabajo de carrojerías	16	3,08	90,18	●	→	■	▲	Se transporta a la mesa para realizar el marcado de piezas para el tubo.
7	Polido de la rebaba	160		806,50	■	▲	■	▲	Se realiza el pulido de los tubos con papel y para para eliminar la rebaba.
8	Trabajo de medición de cobletes	50		326,50	■	▲	■	▲	
9	Doblado de de la piezas curvadas	50		2006,00	■	▲	■	▲	
10	Trabajo de medición para molinete	400		3050,00	■	▲	■	▲	
11	Molinetado de las piezas dobladas	200		5000,00	■	▲	■	▲	
12	Transportar a la mesa de soldadura de laminado	4	16,53	772,73	●	→	■	▲	Se transporta las piezas necesarias de tubo redondo de la para el tubo.
13	Transportar tubo redondo de 5/8in x 1,2mm	5	7,72	447,46	●	→	■	▲	
14	Medición y marcado de las dimensiones adecuadas	120		696,50	■	▲	■	▲	
15	Transportar a la coctelera	5	4,05	27,25	●	→	■	▲	
16	Cortar el material en las dimensiones almacenadas	120		1446,00	■	▲	■	▲	
17	Transportar a la mesa de trabajo de carrojerías	4	3,08	27,33	●	→	■	▲	
18	Polido de la rebaba	200		1000,00	■	▲	■	▲	
19	Trabajo de medición de cobletes	60		246,00	■	▲	■	▲	
20	Doblado de de la piezas curvadas	60		1706,00	■	▲	■	▲	
21	Trabajo de medición para molinete	220		1706,00	■	▲	■	▲	
22	Molinetado de las piezas dobladas	220		4900,00	■	▲	■	▲	
23	Transportar a la mesa de soldadura de laminado	4	16,53	772,73	●	→	■	▲	
24	Transportar tubo redondo de 1/2in x 1,2mm	1	7,72	168,28	●	→	■	▲	
25	Medición y marcado de las dimensiones adecuadas	60		396,50	■	▲	■	▲	
26	Transportar a la coctelera	1	4,05	7,47	●	→	■	▲	
27	Cortar el material en las dimensiones almacenadas	60		776,50	■	▲	■	▲	
28	Transportar a la mesa de trabajo de carrojerías	2	3,08	11,27	●	→	■	▲	
29	Polido de la rebaba	120		600,00	■	▲	■	▲	
30	Trabajo de medición para molinete	60		3000,00	■	▲	■	▲	
31	Molinetado de las piezas dobladas	60		2700,00	■	▲	■	▲	
32	Transportar a la mesa de soldadura de laminado	2	16,53	60,87	●	→	■	▲	
33	Transportar tubo cuadrado de 1in x 1,2in x 1,5mm	3	7,72	47,38	●	→	■	▲	Se transporta de tubo cuadrado con ancho especifico.
34	Medición y marcado de las dimensiones almacenadas	40		396,50	■	▲	■	▲	
35	Transportar a la coctelera	3	4,08	22,40	●	→	■	▲	
36	Cortar el material en las dimensiones almacenadas	40		480,50	■	▲	■	▲	
37	Doblado de de la piezas curvadas	20	3,06	112,73	■	▲	■	▲	
38	Transportar a la mesa de trabajo de carrojerías	2		10,00	●	→	■	▲	
39	Trabajo de corte en diagonal para soldadura	40		3000,00	■	▲	■	▲	Se transporta a una area sola para.
40	Transporte a la coctelera	2			●	→	■	▲	
41	Corte en diagonal	50		3600,00	■	▲	■	▲	
42	Transportar a la mesa de soldadura de laminado	2	16,53	60,87	●	→	■	▲	
43	Transportar rodillo metálico a la mesa de soldadura de laminado	1	18,28	70,24	●	→	■	▲	
44	Preparar la silla	12		1146,00	■	▲	■	▲	
45	Se realiza un sub ensamblado de la rejilla del espaldar, mediante soldadura	6		150,00	■	▲	■	▲	
46	Se realiza un sub ensamblado de la rejilla del asiento, mediante soldadura	2		20,00	■	▲	■	▲	
47	Soldar la estructura	360		5000,00	■	▲	■	▲	Se realiza la soldadura de las partes de la silla.
48	Polido de juntas de sueltas	360		3600,00	■	▲	■	▲	
49	Verificación de los puntos de sueltas	360		1800,00	■	▲	■	▲	
50	Transportar la estructura al área de espera	20	11,45	415,27	●	→	■	▲	
51	Realizar un desensamblado de la estructura	20		200,00	■	▲	■	▲	
52	Cubrir la estructura con una película fina de rodado	20		120,00	■	▲	■	▲	
53	Empaquetar la estructura con agua para	20		190,00	■	▲	■	▲	

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.



**ANEXO D: CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO MEJORADO**

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA EMPRESA																																														
MAV MUEBLES BASADO EN LA ELABORACIÓN DE SILLAS APILABLES																																														
Hoja N° 4 De: 4 Diagrama N° 4		<table border="1"> <tr> <td>Operario</td> <td>Material</td> <td>X</td> <td>Máquina</td> </tr> </table>			Operario	Material	X	Máquina	<b>MODELO</b>																																					
Operario	Material	X	Máquina																																											
Proceso: Elaboración de Silla Método: Mejorado Lugar: Planta central Riobamba Dirección: Evangelista Calero y Juan Bernardo de León Inicia en: Almacenaje Finaliza en: Almacenaje Fecha: 16/8/2023 Producto: Sillas apilables Nombre del Operario:		<b>RESUMEN</b>																																												
		<b>SÍMBOLO</b> 			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ACTIVIDAD</th> <th>Act.</th> <th>Mej.</th> <th>Econ.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación</td> <td>1182</td> <td>761</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>372</td> <td>169</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Inspección</td> <td>100</td> <td>20</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td>562</td> <td>252</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Almacenaje</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Oper. Combinada</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total de actividades realizadas</td> <td>46%</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Distancia total el metros</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Tiempo min/lote de silla</td> <td>47%</td> </tr> </tbody> </table>		ACTIVIDAD	Act.	Mej.	Econ.	Operación	1182	761	36%	Transporte	372	169	55%	Inspección	100	20	80%	Espera	562	252	55%	Almacenaje	2	3	50%	Oper. Combinada	20	0	0%	Total de actividades realizadas			46%	Distancia total el metros			33%	Tiempo min/lote de silla			47%
ACTIVIDAD	Act.	Mej.	Econ.																																											
Operación	1182	761	36%																																											
Transporte	372	169	55%																																											
Inspección	100	20	80%																																											
Espera	562	252	55%																																											
Almacenaje	2	3	50%																																											
Oper. Combinada	20	0	0%																																											
Total de actividades realizadas			46%																																											
Distancia total el metros			33%																																											
Tiempo min/lote de silla			47%																																											
Número	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo segundos	<b>SÍMBOLOS PROCESOS</b> 		OBSERVACIONES																																							
1	Solicitar material del almacén	1																																												
2	Llevar el material a la estación de corte	20	6.80	206.57			Para el lote óptimo de producción (20 sillas) se requieren 16 tubos de 6m y el operario realiza viajes de 2 tubos.																																							
3	Preparación del patrón con la medida de corte	2		64.22																																										
4	Cortar el material en las dimensiones preparadas	20		891.66																																										
5	Almacenaje temporal del tubos cortados	1		0.00																																										
6	Pulir rebabas del corte	20		337.08																																										
7	Transportar al área de doblado los tubos	4	3.95	22.22			Se transportan en viajes que contienen la cantidad de piezas para 5 sillas																																							
8	Trazado de medida del doblez 1	20		424.73			Se trazan 10 dobleces del tubo entre espalgar y patas para obtener una silla																																							
9	Realizar doblez 1	20		556.62																																										
10	Rectificado y escuadrado	20		416.69																																										
11	Trazado de medida del doblez 2	20		556.41																																										
12	Realizar doblez 2	20		195.24																																										
13	Rectificado y escuadrado	20		401.85																																										
14	Trazado de medida del doblez 3	20		622.31																																										
15	Realizar doblez 3	20		287.40																																										
16	Rectificado y escuadrado	20		499.11																																										
17	Trazado de medida del doblez 4	20		403.27																																										
18	Realizar doblez 4	20		182.66																																										
19	Rectificado y escuadrado	20		386.98																																										

Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

20	Trazado de medida del doblez 5	20		461.47						
21	Realizar doblez 5	20		172.92						
22	Rectificado y escuadrado	20		407.64						
23	Trazado de medida del doblez 6	20		398.37						
24	Realizar doblez 6	20		231.76						
25	Rectificado y escuadrado	20		344.30						
26	Trazado de medida del doblez 1 patas	20		342.98						
27	Realizar doblez	20		222.58						
28	Rectificado y escuadrado	20		274.61						
29	Trazado de medida del doblez 2 patas	20		412.34						
30	Realizar doblez	20		233.24						
31	Rectificado y escuadrado	20		322.93						
32	Transporte al área de taladrado	4	7.77	36.34						
33	Señalar los huecos de acuerdo al patron	20		221.65						2 huecos en el espaldar y dos en la base de la silla
34	Perforar en los puntos señalados	20		696.73						
35	Limado de las rebabas	20		131.51						
36	Transportar a la estación de ensamblaje 1	20	1.70	74.83						Se transportan a esta área silla por silla
37	Preparar la suelda	4		763.20						
38	Soldar de subestructura asiento-espaldar	20		3180.12						
39	Pulido de subestructura	20		423.14						
40	Realizar el parado totalmente de la silla	20		3127.16						
41	Preparar la suelda	4		636.00						
42	Soldar la estructura	20		4250.81						Se realizan cinco puntos de suelda por cada silla
43	Pulido de puntos de suelda	20		486.43						
44	Verificación de los puntos de suelda	20		148.46						
45	Transportar la estructura al área de espera	20	6.52	169.32						
46	Realizar un desengrasado de la estructura	20		212.59						
47	Cubrir la estructura con una película fina de fosfato	20		257.35						
48	Enjuagar la estructura con agua pura	20		215.63						
49	Dejar reposar la estructura	1		34.28						Se deja reposar secuencialmente las estructuras hasta que la última estructura haya reposado 10 minutos
50	Retirar el exceso de polvo	20		4819.95						
51	Transportar al puesto de pintura	20	8.52	198.36						Se transportan hacia el área de pintura de 4 sillas en 4 sillas para brindar una mejor calidad de pintado.
52	Pintar la estructura	20		1274.58						
53	Llevar al horno	20	3.00	84.71						
54	Realizar el proceso de curado	1		2544.00						
55	Transportar las estructuras al área de enfriado	20	7.04	167.48						
56	Enfriamiento de estructuras	1		1272.00						
57	Transportar al área de ensamble final las estructuras	5	20.25	111.12						
58	Transportar maderas a la sierra vertical	4	8.82	47.86						
59	Calado de las esquinas de la madera	20		2119.73						
60	Transportar la madera cortada a pulidora	4	2.85	16.85						
61	Pulir los filos de los espaldares y asientos	20		4076.51						
62	Llevar maderas a la estación de tapizado	4	23.57	131.30						
63	Transportar esponja a la sierra vertical	4	3.25	16.39						
64	Medición y trazado de los espaldares y asientos de esponja	20		1917.74						
65	Corte de la esponja	20		1189.80						

Continuación Anexo D

66	Transportar a la estación de tapizado	1	26.10	35.73						
67	Transportar textil / expandible al área de tapizado	1	1.95	3.29						
68	Medición y trazado de los espaldares y asientos	20		2117.77						
69	Corte de textil / expandible	20		1461.58						
70	Transportar cambrella al área de tapizado	1	1.95	3.25						
71	Medición y trazado de los espaldares y asientos de cambrella	20		2057.77						
72	Corte de la cambrella	20		1247.71						
73	Tapizado de espaldar	20		6355.14						
74	Tapizado de asiento	20		6329.32						
75	Transportar los asientos y espaldares al área de ensamble final	12	16.94	280.34						
76	Ensamble final de la silla	20		6481.26						
77	Transporte a la zona de producto terminado	5	15.00	102.12						
78	Almacenado del producto terminado	1								

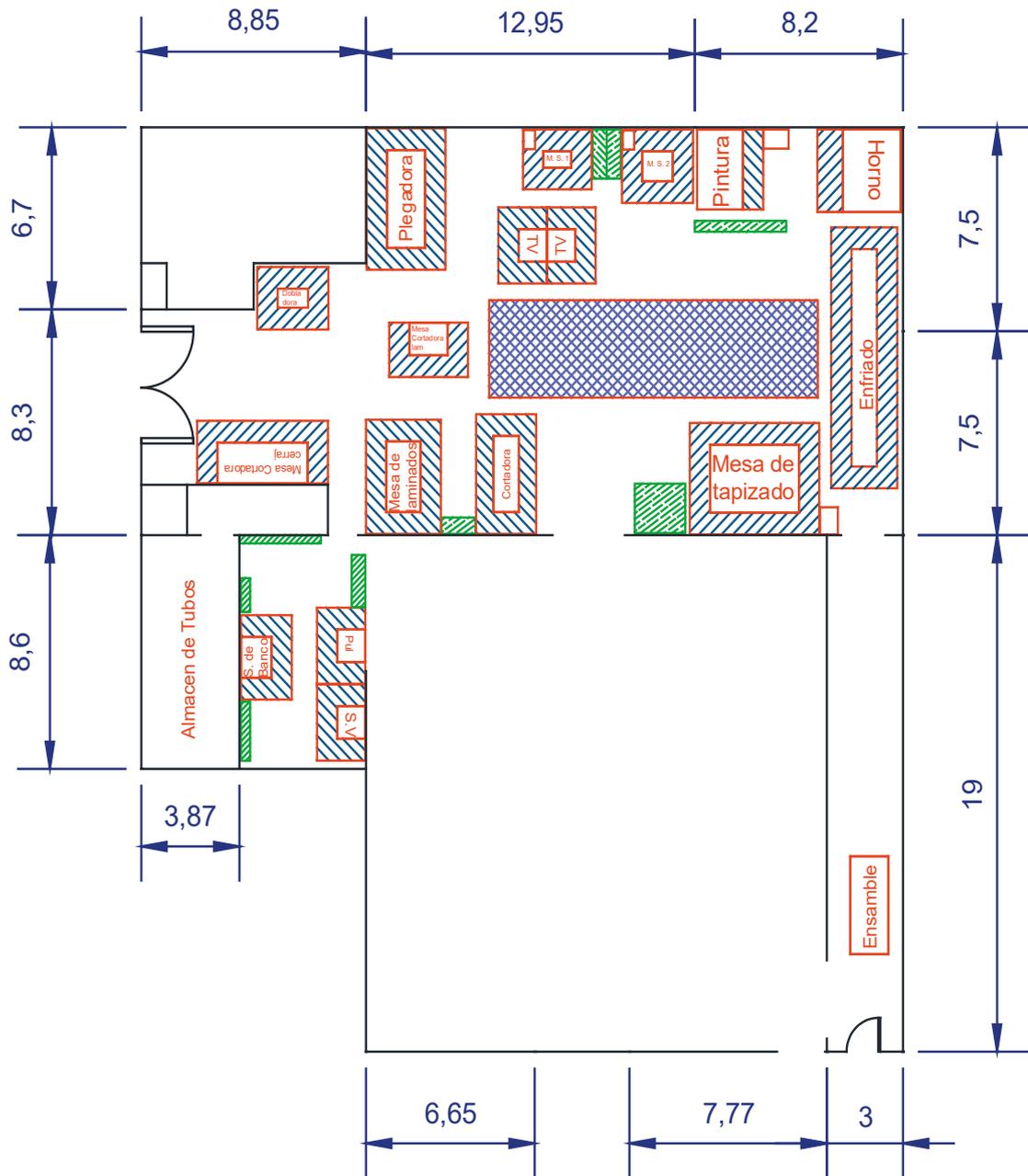
Tiempo en minutos	1196.823	metros	165.98	71809.36	s
-------------------	----------	--------	--------	----------	---

Índice de Valor Agregado IVA =	79.72%
IAVA =	63.15%

**Continuación Anexo D**

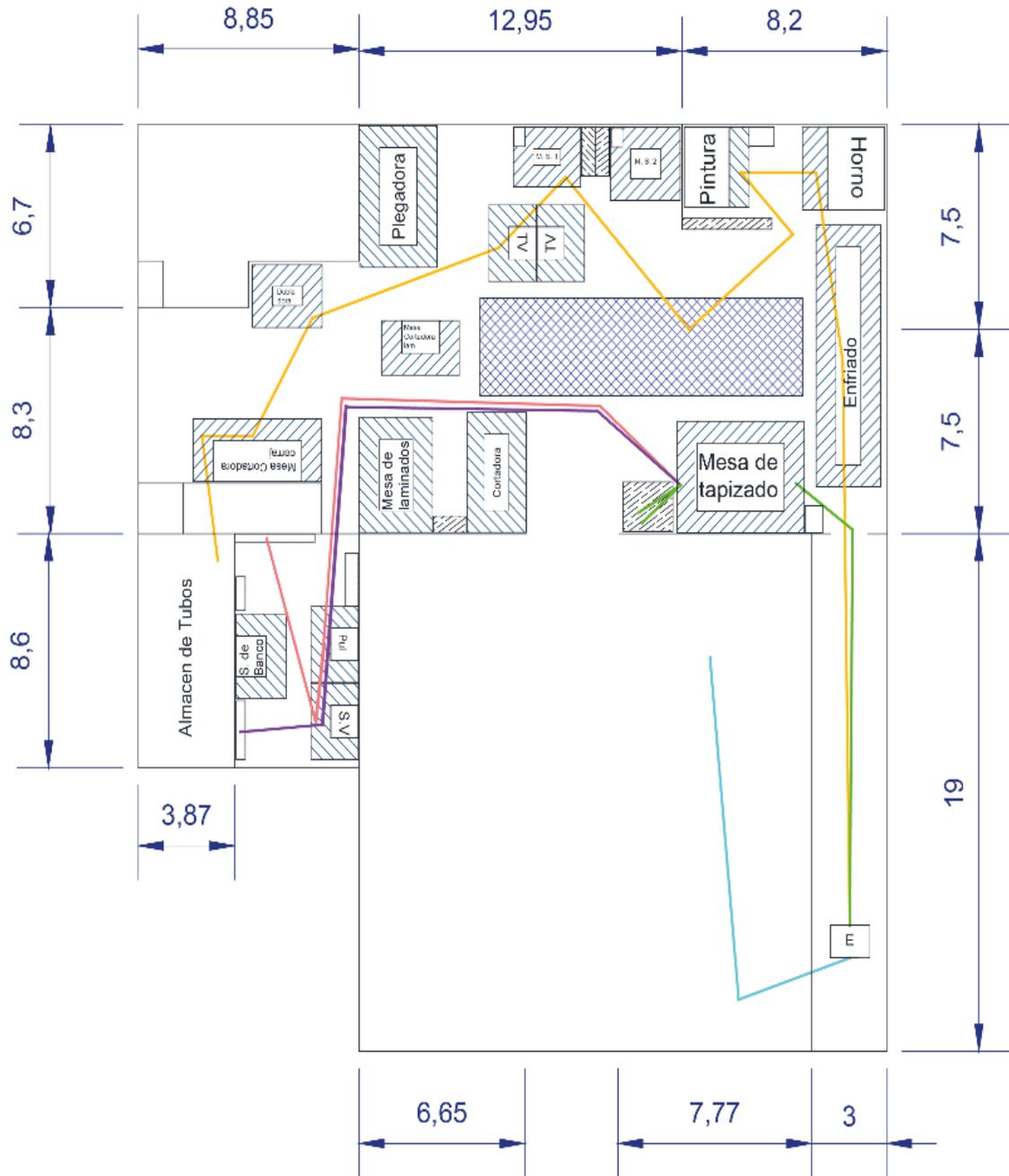
Lote 1																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9.96	9.23	9.56	8.47	10.09	9.08	10.53	10.29	9.69	11.12	10.02	7.71	9.88	10.35	8.85	10.14	9.51	8.36	10.62	10.01
31.85									30.05										
42.36	43.71	43.53	41.31	41.01	40.77	37.41	42.15	39.63	42.84	37.17	39.90	43.26	42.09	41.37	45.12	42.00	43.56	40.65	45.06
18.30	17.07	20.13	18.90	18.93	16.83	16.53	14.28	18.12	16.41	16.89	15.84	19.74	12.63	10.23	13.44	18.03	14.73	10.41	14.82
			4.92						4.78					4.36					4.81
19.28	22.82	25.46	19.78	21	21.97	23.83	21.16	19.62	24.19	15.79	23.56	19.13	17.05	17.55	18.5	22.1	16.11	24.51	15.01
27.59	33.34	28.44	20.36	25.53	28.02	26.88	34.85	25.74	24.68	21.75	27.28	25.14	29.56	24.19	28.2	27.05	24.25	23.53	28.69
19.53	20.18	14.17	16.77	22.13	20.67	18.23	23.24	22.23	23.71	18.07	20.08	19.92	19.95	21.36	20.84	20.25	15.58	23.61	17.13
26.75	32.05	29.35	28.16	24.27	26.73	25.66	24.94	28.31	25.82	23.33	24.79	26.66	26.99	23.35	24.40	24.45	23.24	29.50	24.93
8.89	11.92	6.62	7.63	13.51	12.08	10.47	7.11	11.83	9.41	11.21	13.01	7.81	5.01	9.92	12.61	11.39	8.07	7.5	9.9
21.11	18.47	18.17	19.5	16.64	22.84	22.02	24.15	19.56	17.21	18.79	17.26	19.59	18.71	24	19.42	20.88	15.88	15.62	17.19
35	38.25	32.19	30.33	21.52	31.38	32.47	25.21	25.58	29.82	26.39	28.5	28.82	20.67	31.89	29.88	26.49	30.58	32.85	32.03
11.57	12.31	14.37	13.78	12.41	20.04	13.41	15.05	16.03	13.44	13.70	14.80	15.53	13.55	15.17	12.20	13.64	18.12	13.10	10.60
19.43	29.1	25.22	21.03	27.02	18.05	16.94	18.69	23.79	22.51	17.27	19.82	23.89	18.35	17.5	23.79	19.25	28.27	27.3	19.18
26.92	25.81	16.07	18.28	20.38	14.27	14.63	24.27	13.7	16.83	28.58	15.57	15.62	26.35	25.92	15.4	13.41	19.21	18.74	14.23
10.05	7.32	7.23	7.79	6.5	8.39	7.31	7.08	7.71	7.48	8.84	7.38	11.06	7.91	8.3	6.77	5.57	13.54	13.45	12.06
29.05	24.64	15.4	13.15	14.44	11.67	17.1	13.83	19.65	14.25	18.5	13.87	20.11	14.35	23.61	18.36	25.56	25.87	13.78	19.28
23	20.99	27	26	27	20.114	24	27.19	19.936	22.137	25.528	20.956	26.533	19.258	20.054	24.42	20.53	23.12	24.89	25.41
9.69	9.11	9.79	9.08	9.4	10.78	9.14	6.13	6.48	7.34	6.56	6.58	8.09	7.11	6.77	6.72	8.01	8.71	6.57	7.48
17.64	16.76	24.8	21.8	20.41	17.29	18.15	15.4	14.6	13.44	21.5	21.65	21.37	20.09	20.57	22.64	20.28	21.81	18.06	14.13
19.09	17.26	19.88	18.25	19.41	24.41	17.63	21.79	15.43	16.8	25.15	16.12	18.71	17.09	18.38	17.78	20.21	16.22	16.6	15.49
13	9.71	11.01	10.52	11.61	12.04	13.65	16.53	8.09	12.01	13.78	12.02	9.72	8.57	12.11	8.23	13.08	10.1	9.06	11.08
17.63	13.57	20.77	10.41	11.46	16.66	17.1	15.02	13.14	21.74	17.51	12.95	11.67	21.79	13.89	14.71	12.43	16.3	19.59	23.4
16.88	15.91	16.85	17.06	15.42	16.04	15.81	16.72	16.93	15.56	16.13	16.94	17.15	15.29	16.9	16.46	15.61	16.33	14.75	17.49
12.96	10.38	14.38	10.83	6.93	8.1	8.37	10.47	8.84	8.73	12.2	10.26	10.14	11.94	8.7	11.39	7.98	13	11.53	9.8
15.96	16.17	14.6	8.71	11.05	17.9	17.98	12.65	11.89	12.42	13.06	10.68	13.18	12.61	14.39	13.84	13.31	11.48	13.61	17.69
20.66	17.57	19.29	18.23	23.12	17.75	22.57	22.35	15.59	18.65	17.16	21.47	22.18	23.06	18.01	17.83	17.01	22.06	22.43	21
12.2	8.94	10.45	10.65	8.23	14.03	12.74	9.08	8.99	12.27	10.74	10.07	10.99	8.33	11.96	14.35	9.48	9.86	7.84	13.46
15.11	17.23	14.05	17.4	14.7	15.01	13.77	15.92	14.65	18.59	14.43	19.52	12.89	16.61	16.65	15.08	13.48	12.21	13.61	16.52
			8.66						7.93					8.63					9.43
11.15	9.55	10.94	9.96	11.27	10.01	11.16	9.22	11.31	10.85	9.97	10.53	10.98	10.55	10.52	10.45	10.05	10.05	10.19	10.44
32.39	30.39	34.43	33.88	33.05	30.94	29.01	33.16	33.37	34.84	34.44	31.85	36.59	32.59	31.77	37.68	32.63	33.54	35.55	33.58
7.09	6.86	7.11	7.08	5.12	6.4	4.58	5.31	6.32	6.9	5.89	7.64	5.1	5.81	8.69	5.45	5.77	7.08	4.15	5.37
3.330	2.210	3.680	3.460	3.830	3.400	3.640	3.320	3.440	3.150	2.900	4.840	3.470	4.040	3.000	3.740	2.900	3.930	2.950	3.830
			180					180						180				180	
151.78	150.8	149.61	149.44	151.51	151.03	150.56	149.28	151.26	148.2	150.11	150.65	148.18	149.34	150.01	149.04	149.04	151.83	148.02	151.42
22.32	20.46	19.72	20.2	21.55	18.2	20.92	18.35	19.58	18.88	18.6	19.23	21.28	21.99	20.18	18.05	18.23	20.91	20.9	17.72
146.36	146.39	145.87	153.38	144.2	147.49	147.32	144.71	151.74	145.66	148.12	143.95	148.98	149.67	147.34	147.66	148.72	146.48	146.26	148.25
			150					150						150				150	
194.08	198.9	196.4	199.17	199.71	205.43	202.1	200.92	191.24	202.11	196.33	197.57	203.24	194.8	196.22	204.31	207.16	198.4	206.86	203.84
23.23	20.64	21.84	27.86	23.73	20.41	22.16	24.28	17.29	25.16	27.9	24.51	19.95	25.2	22.16	27.48	23.47	22.54	26.67	22.39
6.08	5.12	8.22	9.74	5.61	6.83	7.54	8.82	9.7	6.92	8.65	7.09	4.59	7.42	7.46	8.28	4.78	4.7	6.92	4.65
7.91	7.49	7.55	8.13	7.97	7.13	8.19	6.83	7.94	9.44	8.36	7.65	7.74	8.55	8.21	7.84	7.64	7.75	8.78	7.84
10.84	9.6	10.06	8.5	10.14	10.2	10.19	9.47	11.45	10.13	9.16	9.27	11.25	9.59	10.72	9.82	11.49	11.04	9.43	8.37
11.96	11.29	11.9	10.73	11	12.63	11.39	11.18	11.91	11.18	12.49	13.34	13.31	11.51	12.95	11.97	13.11	13.21	12.3	13.72
10.9	9.94	10.19	9.62	8.58	11.16	9.8	11.09	9.03	10.79	11.61	9.42	11.14	10.81	10.51	9.95	10.17	10.3	10.17	11.11
																			1
221.47	243.96	232.26	234.95	220.21	234.84	209.41	211.05	214	218.31	221.75	217.08	237.94	239.56	257.33	199.71	240.57	206.76	224.73	249.16
9.04	9.45	9.82	9.35	10.09	9.49	9.48	8.84	9.33	9.94	9.26	9.4	9.33	9.34	9.3	8.96	9.56	9.14	9.17	8.49
59.45	59.65	59.59	61.26	59.63	59.92	58.29	61.57	61.01	59.84	58.99	60.49	60.66	59.92	58.88	62.66	59.5	60.16	60.03	60.91
4.35	4.21	3.24	4.03	3.71	4.46	4.12	4.38	4.34	4.6	3.57	4.02	4.05	3.83	3.55	4.19	3.93	3.98	3.52	4.15
																			2400
8.03	7.68	7.67	7.99	7.76	8.21	7.42	8.33	7.47	8.04	7.55	8.2	8.13	8.27	8.12	8.62	8.37	8.18	8.41	7.34
																			1200
			20.62				20.39					22.01			20.70				22.46
				12.45					11.11					11.15					12.71
103.49	93.59	96.83	92.57	100.38	102.84	97.48	104.96	98.68	96.05	96.87	92.45	99.33	94.84	92.36	104.77	93.90	96.64	97.63	93.71
			4.18						4.12					4.25					3.7
194.42	182.66	189.98	194.85	193.09	196.42	193.2	195.85	188.07	188.8	189.41	191.27	196.28	188.89	193.89	182.9	184.66	194.95	190.72	191.71
			28.78						34.13					29.94					30.67
			4.01						3.77					3.92					3.68
91.24	84.66	89.17	89.95	89.89	93.03	91.28	90.8	91.57	86.62	86.93	94.28	93.25	87.42	94.34	92.09	90.37	88.5	88.91	92.05
54.06	53.57	54.08	57.3	58.79	58.3	58.3	53.68	52.47	54.46	59.89	53.82	50.17	58.21	57.26	51.36	57.35	57.08	55.09	57.03
																			33.96
																			2.59
105.21	99.77	99.2	100.57	101.84	99.69	102.69	99.18	99.24	100.92	97.02	99.25	98.55	102.25	100.16	99.54	101.99	99.36	103.41	96.07
72.05	72.7	69.65	67.22	68.36	69.36	69.85	66.07	66.92	69.75	72.05	68.4	66.76	67.46	67.74	68.86	69.6	71.22	65.13	67.2
																			3.18
102.38	96.94	96.37	97.74	99.01	96.86	99.86	96.35	96.41	98.09	94.19	96.42	95.72	99.42	97.					

## ANEXO E: PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN FINAL



Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

## ANEXO F: DIAGRAMA DE HILOS DISTRIBUCIÓN FINAL



Realizado por: Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

**ANEXO G: APLICACIÓN DE TARJETAS ROJAS EN ÁREA DE DOBLADO DE TUBERÍA.**



**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.

**ANEXO H: APLICACIÓN DE TARJETAS ROJAS EN ÁREA DE SOLDADO DE TUBERÍA**



**Realizado por:** Vallejo, W. & Silva, J. 2023.