



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA PARA UN PROCESO PRODUCTIVO CON EL  
USO DE HERRAMIENTAS LEAN EN UNA EMPRESA DE EXHIBIDORES.

Autor

José Miguel Torres Torres

Año

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA PARA UN PROCESO PRODUCTIVO CON EL  
USO DE HERRAMIENTAS LEAN EN UNA EMPRESA DE EXHIBIDORES.

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

Profesor Guía

MBA. Edison Rubén Chicaiza Salgado

AUTOR

José Miguel Torres Torres

Año

2020

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de mejora para un proceso productivo con el uso de herramientas Lean en una empresa de exhibidores, a través de reuniones con el estudiante José Miguel Torres Torres, en el semestre 202010, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.



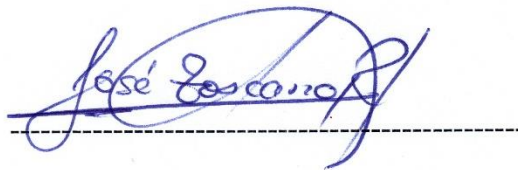
Edison Rubén Chicaiza Salgado

Magister en dirección de operaciones y seguridad industrial

CI: 1710329036

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de mejora para un proceso productivo con el uso de herramientas Lean en una empresa de exhibidores, del estudiante José Miguel Torres Torres, en el semestre 202010, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.



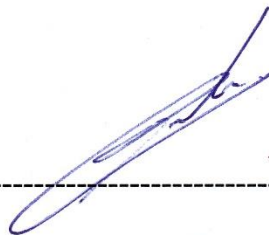
MSc. José Antonio Toscano Romero

Magister en dirección de operaciones y seguridad industrial

CI: 1715195283

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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



---

José Miguel Torres Torres

CI: 1715595821

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi familia, a  
mis amigos, y  
a Publiempack**

**DEDICATORIA**

**A mi familia**

## RESUMEN

Publiempack es una pequeña empresa ubicada en la ciudad de Quito. Dedicada a la elaboración de elementos publicitarios: Exhibidores, blíster, termoformado, termosellado, otros como su cartera de productos.

El proyecto, planteó mejoras al proceso de fabricación de exhibidores metálicos desarmables de seis canastas, en el que se ha podido identificar mediante observaciones y mediciones realizadas que existen desperdicios, los que afectan al proceso productivo.

El planteamiento de la propuesta de mejora se basó al aplicar algunas herramientas de la filosofía Lean Manufacturing, A través de un estudio de tiempos, se realizó un mapeo de la cadena de valor para la determinación de las oportunidades de mejora. Por otro lado, se realizó una simulación en un software y un análisis estadístico el cual permitió verificar más oportunidades de mejora, herramientas las cuales nos ayudaron a eliminar desperdicios que no agregan valor al producto.

Las mejoras, se realizaron en base a los subprocesos que abarcaban más tiempo en la fabricación de los exhibidores desarmables de seis canastas. En la etapa de la mejora se planteó el rediseño del layout de la empresa, la aplicación de las 5'Ss, y aplicando hojas de trabajo estandarizado. Eliminando aquellas actividades que generan desperdicios en la empresa y que fueron previamente identificadas.

Se realizó un análisis de resultados, en el cual existen mejoras significativas en distintos ámbitos como: Tiempos, layout. Lo que permitió aumentar la productividad de la empresa.



## **ABSTRACT**

Publiempack is a small company located in the city of Quito. Dedicated to the elaboration of advertising elements: Exhibitors, blister, thermoforming, heat sealing, others as its product portfolio.

The project, proposed improvements to the manufacturing process of removable metal displays of six baskets, in which it has been possible to identify through observations and measurements made that there are wastes, which affect the production process.

The approach to the improvement proposal was based on applying some tools of the Lean Manufacturing philosophy. Through a time, study, a value chain mapping was carried out to determine the opportunities for improvement. On the other hand, a software simulation and a statistical analysis were carried out which allowed us to verify more improvement opportunities, tools that helped us eliminate waste that does not add value to the product.

The improvements were made based on the subprocesses that covered more time in the manufacture of the dismantlable displays of six baskets. In the improvement stage, the redesign of the company's layout, the application of the 5 'Ss, and applying standardized worksheets were proposed. Eliminating those activities that generate waste in the company and that were previously identified.

An analysis of results was carried out, in which there are significant improvements in different areas such as: Times, layout. What allowed to increase the productivity of the company.

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.1.1. Misión: .....	2
1.1.2. Visión:.....	2
1.1.3. Industria metalmecánica.....	2
1.2. Organigrama estructural.....	3
1.3. Macroprocesos .....	3
1.4. Cartera de productos .....	4
1.5. Cartera de clientes .....	6
1.6. Exhibidores 6 canastas desarmables .....	7
1.7. Descripción del problema.....	7
1.8. Justificación .....	7
1.9. Alcance .....	8
1.10. Objetivos.....	9
1.10.1. Objetivo general .....	9
1.10.2. Objetivos específicos.....	9
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Gestión por procesos .....	9
2.1.1. Proceso .....	9
2.1.2. Subprocesos.....	10
2.1.3. Sistema .....	10
2.1.4. Mapa de procesos .....	10
2.1.5. Especificaciones .....	11
2.1.6. Productividad.....	11

2.1.7.	Simulación de Procesos .....	12
2.2.	Medición de tiempos .....	12
2.2.1.	Estudio de Tiempos .....	12
2.2.2.	Tiempo normal.....	13
2.2.3.	Tiempo Medio del Ciclo (TMCO).....	13
2.2.4.	Suplementos.....	13
2.2.5.	Takt time.....	14
2.2.6.	Capacidad .....	14
2.3.	Estadística descriptiva .....	14
2.3.1.	Estadística.....	14
2.3.2.	Media aritmética .....	14
2.2.10.	Mediana.....	15
2.2.11.	Coeficiente de asimetría .....	15
2.2.12.	Curtosis .....	16
2.2.13.	Kolmogorov-Smirnov test.....	17
2.4.	Lean Manufacturing .....	19
2.4.1.	Lean Manufacturing .....	19
2.4.2.	Desperdicio o muda.....	19
2.4.3.	5's .....	20
2.4.4.	Cadena de Valor.....	20
2.4.5.	Value stream mapping (VSM).....	21
2.4.6.	Cálculo de operadores.....	21
2.4.7.	Hojas de Estandarización del Trabajo .....	22
2.4.8.	Diagrama de Pareto.....	22
2.4.9.	Diagrama de Ishikawa .....	22
2.4.10.	Diagrama de spaghetti .....	23

2.4.11.	System layout planning .....	23
2.4.12.	Gráfica de relaciones.....	23
2.4.13.	Diagrama adimensional de bloques.....	23
3.	CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL .....	24
3.1.	Situación actual.....	24
3.2.	Distribución de planta.....	25
3.3.	Levantamiento de procesos .....	27
3.4.	Imágenes de la empresa.....	31
3.5.	Diagrama de procesos .....	33
3.6.	Toma de tiempos actuales .....	35
3.6.1.	Subproceso de corte.....	35
3.6.2.	Subproceso de soldado 1 .....	37
3.6.3.	Subproceso de pulido .....	38
3.6.4.	Subproceso de perforado .....	39
3.6.5.	Subproceso de refilado.....	41
3.6.6.	Subproceso de doblado.....	42
3.6.7.	Subproceso de soldado 2 .....	43
3.7.	Tiempos de ciclo actuales.....	46
3.8.	Diagrama de spaghetti actual.....	49
3.9.	VSM actual.....	50
3.9.1.	Takt time.....	50
3.9.2.	Balance de operadores actual .....	52
3.9.3.	Productividad actual .....	53
3.9.4.	VSM actual .....	53
3.10.	Software Flexsim .....	55
3.10.1.	Simulación actual .....	55

3.10.2.	Análisis de datos .....	57
3.10.3.	Análisis estadístico (Experfit).....	58
3.11.	Análisis de causa raíz .....	67
3.11.1.	Ishikawa .....	67
3.11.2.	Metodología 5 por que´s.....	68
3.12.	Hallazgos .....	68
4.	CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA.....	69
4.1.	Plan de mejoras .....	69
4.2.	Estandarización de puestos de trabajo.....	70
4.3.	Gráfica de relaciones .....	75
4.4.	Propuesta de implementación 5´s .....	76
4.5.	Trabajo estandarizado .....	78
4.6.	Propuesta en subprocesos más representativos.....	82
4.7.	Diagramas de recorrido propuestos .....	86
4.7.1.	Propuesta de subproceso de corte .....	87
4.7.2.	Propuesta de subproceso soldado 1.....	87
4.7.3.	Propuesta de subproceso pulido .....	88
4.7.4.	Propuesta de subproceso perforado.....	88
4.7.5.	Propuesta de subproceso refilado .....	89
4.7.6.	Propuesta de subproceso doblado .....	89
4.7.7.	Propuesta de subproceso soldado 2.....	90
4.8.	Tiempos de ciclo propuestos.....	91
4.9.	Diagrama de spaghetti propuesto .....	92
4.10.	Vsm futuro .....	92
4.10.1.	Balance de operadores .....	93
4.10.2.	Productividad propuesta.....	94

4.10.3.	Vsm propuesto .....	94
4.11.	Software Flexsim .....	96
4.11.1.	Simulación propuesta .....	96
4.11.2.	Análisis de datos propuesto.....	98
5.	CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	99
5.1.	Análisis de la propuesta de mejora .....	99
5.1.1.	Análisis de tiempos.....	99
5.1.2.	Análisis de layouts y procesos .....	100
5.1.3.	Análisis productividad .....	101
5.1.4.	Simulación de producción de exhibidor .....	101
5.2.	Análisis costo beneficio .....	102
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	105
6.1.	Conclusiones .....	105
6.2.	Recomendaciones .....	106
	REFERENCIAS .....	107
	ANEXOS.....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Organigrama estructural de la empresa .....	3
<i>Figura 2.</i> Macroprocesos de la empresa .....	3
<i>Figura 3.</i> Exhibidores de metal.....	4
<i>Figura 4.</i> Exhibidores de acrílico. ....	5
<i>Figura 5.</i> Exhibidores de materiales mixtos.....	5
<i>Figura 6.</i> Termoformado en blister. ....	5
<i>Figura 7.</i> Artículos POP. ....	6
<i>Figura 8.</i> Termosellado fundas.....	6
<i>Figura 9.</i> Señalética. ....	6
<i>Figura 10.</i> Exhibidor de seis canastas desarmable .....	7
<i>Figura 11.</i> Representación esquemática de un proceso.....	10
<i>Figura 12.</i> Mapa de procesos.....	11
<i>Figura 13.</i> Medias estadísticas.....	15
<i>Figura 14.</i> Despilfarro en la organización. ....	19
<i>Figura 15.</i> Ejemplo VSM. ....	21
<i>Figura 16.</i> Diagrama de Pareto. ....	22
<i>Figura 17.</i> Representación gráfica de cartera de productos .....	24
<i>Figura 18.</i> Pareto exhibidores metálicos (Dólares/producto) .....	25
<i>Figura 19.</i> Layout de la empresa.....	26
<i>Figura 20.</i> Vista frontal exhibidor desarmable de seis canastas .....	27
<i>Figura 21.</i> Vista lateral exhibidor desarmable seis canastas .....	27
<i>Figura 22.</i> Vista isométrica exhibidor desarmable de seis canastas .....	28
<i>Figura 23.</i> Vista isométrica canasta .....	28
<i>Figura 24.</i> Plano de explosión exhibidor.....	29
<i>Figura 25.</i> Área de insumos .....	31
<i>Figura 26.</i> Área de soldado 2 .....	31
<i>Figura 27.</i> Área de corte .....	32
<i>Figura 28.</i> Área de soldado 1 .....	33
<i>Figura 29.</i> Diagrama de procesos .....	34
<i>Figura 30.</i> Toma de tiempos general por exhibidor .....	46
<i>Figura 31.</i> Diagrama de Pareto tiempos subprocessos .....	47

<i>Figura 32.</i> Pareto Tiempos más representativos soldado 2.....	47
<i>Figura 33.</i> Pareto tiempos más representativos pulido.....	48
<i>Figura 34.</i> Pareto tiempos más representativos perforado .....	48
<i>Figura 35.</i> Diagrama de spaghetti actual.....	49
<i>Figura 36.</i> Takt time vs tiempo de operación.....	52
<i>Figura 37.</i> VSM actual.....	54
<i>Figura 38.</i> Simulación actual Flexsim .....	55
<i>Figura 39.</i> Simulación actual Flexsim ejecutado.....	56
<i>Figura 40.</i> Flujos de material en unidades actual .....	57
<i>Figura 41.</i> Movimientos actuales.....	57
<i>Figura 42.</i> WIP modelo actual .....	58
<i>Figura 43.</i> Histograma soldado 2 .....	59
<i>Figura 44.</i> Modelo estadístico soldado 2 .....	59
<i>Figura 45.</i> Evaluación relativa del modelo actual soldado 2 .....	60
<i>Figura 46.</i> Kolmogorov-smirmov test soldado 2 .....	61
<i>Figura 47.</i> Representación de datos en Flexsim soldado 2 .....	61
<i>Figura 48.</i> Histograma pulido .....	62
<i>Figura 49.</i> Modelo estadístico pulido .....	62
<i>Figura 50.</i> Evaluación relativa modelo actual pulido.....	63
<i>Figura 51.</i> Kolmogorov-smirmov test Pulido.....	64
<i>Figura 52.</i> Representación de datos en Flexsim pulido .....	64
<i>Figura 53.</i> Histograma perforado.....	65
<i>Figura 54.</i> Modelo estadístico perforado .....	65
<i>Figura 55.</i> Evaluación relativa modelo actual perforado .....	66
<i>Figura 56.</i> Kolmogorov-smirmov test perforado.....	66
<i>Figura 57.</i> Representación de datos en Flexsim perforado .....	67
<i>Figura 58.</i> Diagrama de Ishikawa.....	67
<i>Figura 59.</i> 5 por qué´s.....	68
<i>Figura 60.</i> Área estandarizada de corte .....	71
<i>Figura 61.</i> Área estandarizada de soldado 1 .....	72
<i>Figura 62.</i> Área estandarizada de pulido.....	72
<i>Figura 63.</i> Área estandarizada de perforado .....	73



<i>Figura 64.</i> Área estandarizada de refileado.....	73
<i>Figura 65.</i> Área estandarizada de doblado.....	74
<i>Figura 66.</i> Área estandarizada de soldado 2 .....	74
<i>Figura 67.</i> Gráfica de relaciones .....	75
<i>Figura 68.</i> Diagrama adimensional de bloques .....	76
<i>Figura 69.</i> Diagrama de procesos soldado 2.....	83
<i>Figura 70.</i> Diagrama de procesos pulido.....	84
<i>Figura 71.</i> Matriz de pulido.....	85
<i>Figura 72.</i> Matriz de pulido.....	85
<i>Figura 73.</i> Diagrama de procesos perforado .....	86
<i>Figura 74.</i> Tiempo de ciclo propuesto .....	91
<i>Figura 75.</i> Diagrama de spaghetti propuesto .....	92
<i>Figura 76.</i> Balance de operadores vs takt.....	93
<i>Figura 77.</i> VSM actual.....	95
<i>Figura 78.</i> Rediseño de layout en Flexsim .....	96
<i>Figura 79.</i> Rediseño de layout en Flexsim ejecutado .....	97
<i>Figura 80.</i> Flujos de material en unidades propuesto .....	98
<i>Figura 81.</i> Movimientos propuestos .....	98
<i>Figura 82.</i> WIP futuro .....	99
<i>Figura 83.</i> Análisis layout antes y después .....	100
<i>Figura 84.</i> Distancias entre estaciones de trabajo.....	100
<i>Figura 85.</i> Simulación de producción antes.....	101
<i>Figura 86.</i> Simulación de producción después .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cartera de productos</i> .....	4
Tabla 2. <i>Tabla A.27</i> .....	18
Tabla 3. <i>Lista de materiales para exhibidor de 6 canastas desarmable</i> . ....	30
Tabla 4. <i>Diagrama de flujo del subproceso de corte</i> .....	35
Tabla 5. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de corte</i> .....	36
Tabla 6. <i>Diagrama de procesos del subproceso de corte</i> .....	36
Tabla 7. <i>Sipoc de subproceso de corte</i> .....	36
Tabla 8. <i>Diagrama de flujo del subproceso de soldado 1</i> .....	37
Tabla 9. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de soldado 1</i> .....	37
Tabla 10. <i>Diagrama de procesos del subproceso soldado 1</i> .....	37
Tabla 11. <i>Sipoc subproceso de soldado 1</i> .....	38
Tabla 12. <i>Diagrama de flujo del subproceso de pulido</i> .....	38
Tabla 13. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de pulido</i> .....	39
Tabla 14. <i>Diagrama de procesos del subproceso de pulido</i> .....	39
Tabla 15. <i>Sipoc del subproceso de pulido</i> .....	39
Tabla 16. <i>Diagrama de flujo del subproceso de perforado</i> .....	40
Tabla 17. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de perforado</i> .....	40
Tabla 18. <i>Diagrama de procesos del subproceso de perforado</i> .....	40
Tabla 19. <i>Sipoc del subproceso de perforado</i> .....	41
Tabla 20. <i>Diagrama de flujo del subproceso de refilado</i> .....	41
Tabla 21. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de refilado</i> .....	41
Tabla 22. <i>Diagrama de procesos del subproceso de refilado</i> .....	42
Tabla 23. <i>Sipoc subproceso de refilado</i> .....	42
Tabla 24. <i>Diagrama de flujo del subproceso de doblado</i> .....	42
Tabla 25. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de doblado</i> .....	42
Tabla 26. <i>Diagrama de procesos del subproceso de doblado</i> .....	43
Tabla 27. <i>Sipoc del subproceso de doblado</i> .....	43
Tabla 28. <i>Diagrama de flujo del subproceso de soldado 2</i> .....	44
Tabla 29. <i>Tiempos de ciclo del subproceso de soldado 2</i> .....	44
Tabla 30. <i>Diagrama de procesos del subproceso de soldado 2</i> .....	45
Tabla 31. <i>Sipoc del subproceso del soldado 2</i> .....	45

Tabla 32. Demanda de exhibidores.....	50
Tabla 33. Cálculo takt time.....	50
Tabla 34. <i>Tiempo de subproceso vs takt time</i> .....	51
Tabla 35. <i>Número de operadores actuales</i> .....	52
Tabla 36. <i>Plan de mejoras</i> .....	69
Tabla 37. <i>Tabla de diagrama de relaciones</i> .....	75
Tabla 38. <i>JES de corte</i> .....	78
Tabla 39. <i>JES para soldado 1</i> .....	79
Tabla 40. <i>JES para pulido</i> .....	80
Tabla 41. <i>JES para perforado</i> .....	80
Tabla 42. <i>JES para refilado</i> .....	81
Tabla 43. <i>JES para doblado</i> .....	81
Tabla 44. <i>JES para soldado 2</i> .....	82
Tabla 45. <i>Diagrama de procesos del subproceso de corte</i> .....	87
Tabla 46. <i>Diagrama de procesos del subproceso soldado 1</i> .....	87
Tabla 47. <i>Diagrama de procesos del subproceso de pulido</i> .....	88
Tabla 48. <i>Diagrama de procesos del subproceso de perforado</i> .....	88
Tabla 49. <i>Diagrama de procesos del subproceso de refilado</i> .....	89
Tabla 50. <i>Diagrama de procesos del subproceso de doblado</i> .....	89
Tabla 51. <i>Diagrama de procesos del subproceso de soldado 2</i> .....	90
Tabla 52. <i>Balanceo de operadores</i> .....	93
Tabla 53. <i>Distribución de operadores</i> .....	94
Tabla 54. <i>Tiempos actuales vs tiempos propuestos</i> .....	99
Tabla 55. <i>diferencia de la productividad</i> .....	101
Tabla 56. <i>Parámetros costo-beneficio</i> .....	103
Tabla 57. <i>Ahorros productivos</i> .....	103
Tabla 58. <i>Ahorros mes / año</i> .....	103
Tabla 59. <i>Gastos para implementar</i> .....	104

## **1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

“El exhibidor tiene el objetivo de fomentar la venta de los productos publicitados, llamando la atención de los clientes que se encuentran dentro de un establecimiento comercial y fundamentalmente, buscar una decisión impulsiva de compra” (KLG publicidad, 2017).

A partir del siglo XX se ha ido incrementando el nivel de consumismo en el mundo, ya que mucha gente desconoce sus necesidades primordiales para vivir. Por esto las industrias debían hacer algo para que sus productos se vieran más atractivos hacia el consumidor. Para lo cual a través de los elementos publicitarios pudieron generar un producto denominado “exhibidor”, este artículo novedoso que haría que un producto o varios se vendan de una manera más fácil. A raíz de esto se empezaron a generar más ventas y fue todo un éxito para muchas empresas. Publiempack observando la necesidad de objetos publicitarios empezó con la elaboración de dichos exhibidores.

Esta es una empresa de publicidad privada fundada hace 20 años por Carlos Gonzales que inició como un taller artesanal en metalmecánica el cual hacían estanterías para pequeñas tiendas y pequeños negocios. Conforme paso el tiempo fueron creciendo, captando nuevos clientes, adaptándose a las necesidades del mercado, y generando un producto de calidad.

El ingreso anual de esta empresa es aproximadamente \$500.000 USD.

Actualmente gracias a la confianza de sus clientes hoy es una Empresa pequeña y en crecimiento, ellos disponen de una amplia oferta de productos y servicios. Cuentan con personal experimentado en el campo de elaboración y diseño de exhibidores, termoformado, termosellado y en otras líneas de producción, no tienen una filosofía Lean implementada actualmente. Su objetivo es cumplir las exigencias del mercado, brindando un alto estándar de calidad, puntualidad y costos reducidos.

"Aceptar retos es lo que fortalece nuestro conocimiento y búsqueda de nuevas metas" (Publimepack, 2018).

Además, las máquinas-herramientas que poseen en las distintas áreas de producción son:

- Sueldas de punto
- Sueldas MIG
- Compresores
- Amoladoras
- Insumos
- Pinza de presión
- Entre otros.

#### **1.1.1. Misión:**

“Brindar y ofrecer a nuestros clientes el mejor servicio, con responsabilidad, calidad e innovación, ayudándolos a promocionar y presentar sus productos de una manera creativa y única, para cumplir su satisfacción total” (Publimepack, 2018)

#### **1.1.2. Visión:**

“Continuar siendo líderes en la fabricación de exhibidores, termoformados y sellado de alta frecuencia, manteniéndonos dentro de las empresas más completas y competitivas del mercado.” (Publimepack, 2018)

#### **1.1.3. Industria metalmecánica**

Dentro de Ecuador, la industria metalmecánica es una de las principales manufactureras que lidera y se constituye en tres subdivisiones, las cuales aportan gran porcentaje cada una, dentro de estas se encuentran las siguientes, industria siderúrgica, metalmecánica básica y de transformación, mediante estas industrias surgen procesos los cuales transforman entradas en salidas generando distintos tipos de productos finales como; materiales, insumos, bienes de capital, partes y servicios diversos. En el país el sector metalmecánico representa el 10% del PIB que no contiene petróleo. Por otro lado, este sector genera alrededor de 80 mil puestos de trabajo y es una de las industrias más interrelacionadas sectorialmente en la economía (Ekos negocios, 2018).

## 1.2. Organigrama estructural

Actualmente la empresa cuenta con 24 colaboradores a tiempo completo, de los cuales 6 personas se encuentran distribuidas en el área administrativa, 18 colaboradores se encuentran en el área productiva, dentro del área productiva 11 colaboradores se dedican a lo que es metalmecánica y 7 colaboradores están distribuidos en el área de blíster y termoformado.



Figura 1. Organigrama estructural de la empresa

## 1.3. Macroprocesos

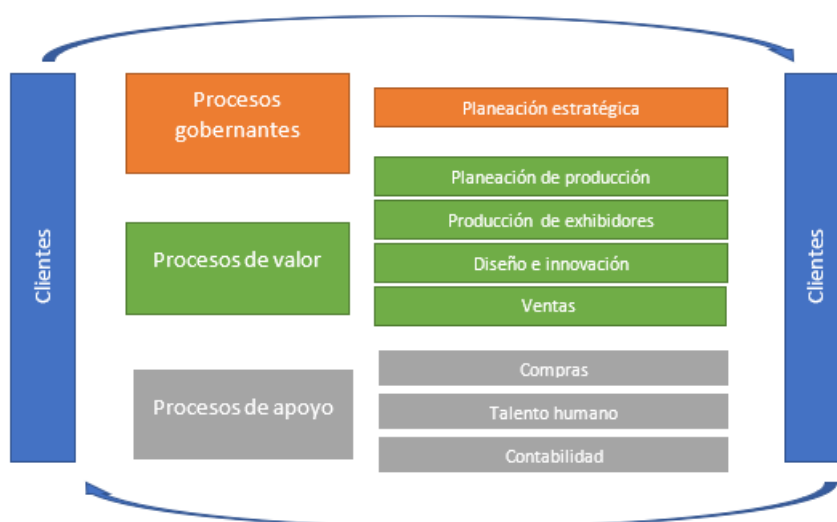


Figura 2. Macroprocesos de la empresa

El mapa de macroprocesos que se representa en la figura anterior representa como está organizada la empresa estructuralmente, y se compone en tres ejes fundamentales como se puede apreciar.

#### 1.4. Cartera de productos

Esta empresa cuenta con una gran variedad de productos, dentro de esta los que ofrece son:

Tabla 1.

*Cartera de productos*

EXHIBIDORES	METAL
	ACRÍLICO
	MATERIALES MIXTOS
TERMOFORMADO	BLISTER
	ARTÍCULOS POP
TERMOSELLADO	FUNDAS
SEÑALÉTICA	RÓTULOS



Figura 3. Exhibidores de metal.



Figura 4. Exhibidores de acrílico.



Figura 5. Exhibidores de materiales mixtos.



Figura 6. Termoformado en blister.





Figura 7. Artículos POP.

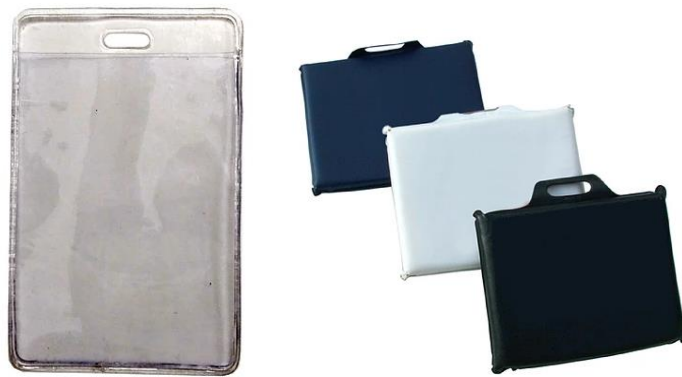


Figura 8. Termosellado fundas.



Figura 9. Señalética.

### 1.5. Cartera de clientes

Trabajan para grandes empresas que requieren exhibir sus productos de la mejor manera posible como Quifatex, Franz Viegner, Carlisnacks, Disnack´s, Baterías Ecuador, Manufacturas Americanas, Jabonería Wilson, James Brown, etc, y su principal competencia son empresas como neovisual, blueinc, kreathos, publione, entre otros.

### 1.6. Exhibidores 6 canastas desarmables

Dichos exhibidores (figura 10) se caracterizan por tener mucha acogida en el mercado ecuatoriano, al ser muy prácticos, agradables visualmente, disponen de seis canastas que se pueden armar y desarmar fácilmente, cabe recalcar que el cliente puede colocar publicidad a su gusto. Estos son utilizados para colocar diferentes tipos de snacks en sus respectivas bandejas, y exhibirlos en las distintas tiendas del país.



Figura 10. Exhibidor de seis canastas desarmable

Adaptado de (Publimepack, 2018).

### 1.7. Descripción del problema

En la actualidad en la empresa, no se evidencia un flujo continuo de producción. Existen muchos transportes innecesarios, y debido a esto se evidencia un aumento de tiempo de entrega al cliente.

Por otro lado, dentro de la línea productiva de la empresa; se encuentran muchos objetos almacenados en distintos lugares lo que genera una gran cantidad de inventarios almacenados.

La empresa cuenta con un lugar destinado para herramientas, pero a pesar de esto, no se evidencia un orden de herramientas adecuado.

### 1.8. Justificación

Actualmente en esta empresa de exhibidores se evidencia gran cantidad de

recursos los cuales podrían ser utilizados de una manera más efectiva. Con la implementación de este proyecto la empresa podrá mejorar notablemente su sistema de producción. Al reducir varios de sus desperdicios, se generará un aumento en la productividad y se reducirá notablemente los tiempos de respuesta a los clientes, generando también un aumento en la rentabilidad.

Al utilizar una filosofía Lean en la línea productiva de exhibidores metálicos mejorará automáticamente toda la línea productiva de exhibidores de este tipo, ya que la gran mayoría atraviesan este proceso.

### **1.9. Alcance**

En este proyecto está basado en una propuesta para implementar distintos tipos de herramientas de mejora continua en la línea de producción de exhibidores desarmables de seis canastas para generar beneficios en la empresa Publiempack con el fin de brindarle una oportunidad de cambio a la empresa que sea sustentable a corto plazo.

De acuerdo con el histórico de ventas de la empresa del primer semestre del año 2019 realizaremos un estudio que identifique cual es el producto más representativo en el ámbito económico. Posterior a esto se procederá a realizar una toma de tiempos del producto más demandado (exhibidor de seis canastas desarmable), y se realizará un levantamiento de procesos, iniciando en el proceso de corte hasta el proceso de soldadura final, ya que la etapa de pintura y embalado la realiza un proveedor externo.

Con los datos obtenidos del estudio previo se elaborará un Value Stream Mapping (VSM), una simulación en un software (Flexsim), un análisis estadístico (Experfit) de los subprocesos más representativos para lograr analizar las mudas dentro de este sistema y se propondrá atacar los problemas encontrados más representativos

Posterior a esto se propondrá distintas herramientas que podrán ser aplicadas de la mejor manera, se realizará un análisis costo-beneficio, y se definirá conclusiones y recomendaciones.

## **1.10. Objetivos**

### **1.10.1. Objetivo general**

Elaborar una propuesta de mejora en un proceso productivo de una empresa de exhibidores mediante la aplicación de herramientas Lean.

### **1.10.2. Objetivos específicos**

- Realizar un levantamiento de procesos para observar el flujo actual.
- Definir la situación actual de la empresa mediante herramientas lean y diagramas de Pareto e identificar los problemas más graves.
- Realizar un análisis estadístico el cual permita encontrar mudas y mejorarlas.
- Realizar una propuesta para mejorar y estandarizar los procesos de los problemas más graves mediante herramientas Lean.
- Realizar un análisis general de resultados y costo beneficio para determinar si la propuesta es viable.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

Dentro de este proyecto se utilizará varios conceptos que serán fundamentales y definidos a continuación para una mejor comprensión del texto.

Dichos conceptos se los ha clasificado en cuatro puntos fundamentales (Gestión por procesos, medición de tiempos, análisis estadístico y Lean Manufacturing) los cuales se los desglosará detalladamente.

### **2.1. Gestión por procesos**

#### **2.1.1. Proceso**

Un proceso se puede definir como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, las cuales a través de una serie de pasos transforman entradas en salidas (Pardo, 2017).

Dichas actividades deben generar un valor agregado, ser secuenciales y estar vinculadas entre sí (Pardo, 2017).



Figura 11. Representación esquemática de un proceso.

Tomado de (Pardo, 2017).

Como se puede observar en la figura 11 se detalla claramente la idea de un proceso.

### 2.1.2. Subprocesos

Son los que nacen a raíz de los procesos, es importante saber identificar bien los subprocessos ya que puede servir para evidenciar los problemas de una manera más clara y también poder aplicar distintas medidas para solucionar distintas dificultades que se puedan generar (Maldonado, 2011).

### 2.1.3. Sistema

Se define como sistemas a un conjunto de procesos secuenciales los cuales generan una transformación (Maldonado, 2011).

Dentro de los sistemas se puede encontrar algunos como los sistemas de gestión (calidad, medio ambiente, prevención de riesgos laborales). Normalmente estos sistemas de gestión están destinados a asegurar el cumplimiento de procesos. (Maldonado, 2011).

### 2.1.4. Mapa de procesos

Existen tres tipos de macroprocesos que se interrelacionan con las empresas y estos definen a que área de la empresa se dirigen:

- **Estratégicos / Gerenciales:** Son los procesos de los altos mandos o también propios de la dirección, en donde los altos mandos cumplen con un papel relevante (Pardo, 2017).
- **Operativos / Productivos / misionales:** En esta etapa es la que se realizan los productos y servicios que se entregan al consumidor final. Dichos procesos son distintos para todo giro de negocio y también son independientes en cada

organización. Estos procesos en conjunto generan un valor agregado (Pardo, 2017).

- Soporte / Apoyo / Auxiliares: Son procesos que complementan los procesos estratégicos y también los misionales q. En muchas ocasiones están relacionados con el sostén de cada proceso (Pardo, 2017).

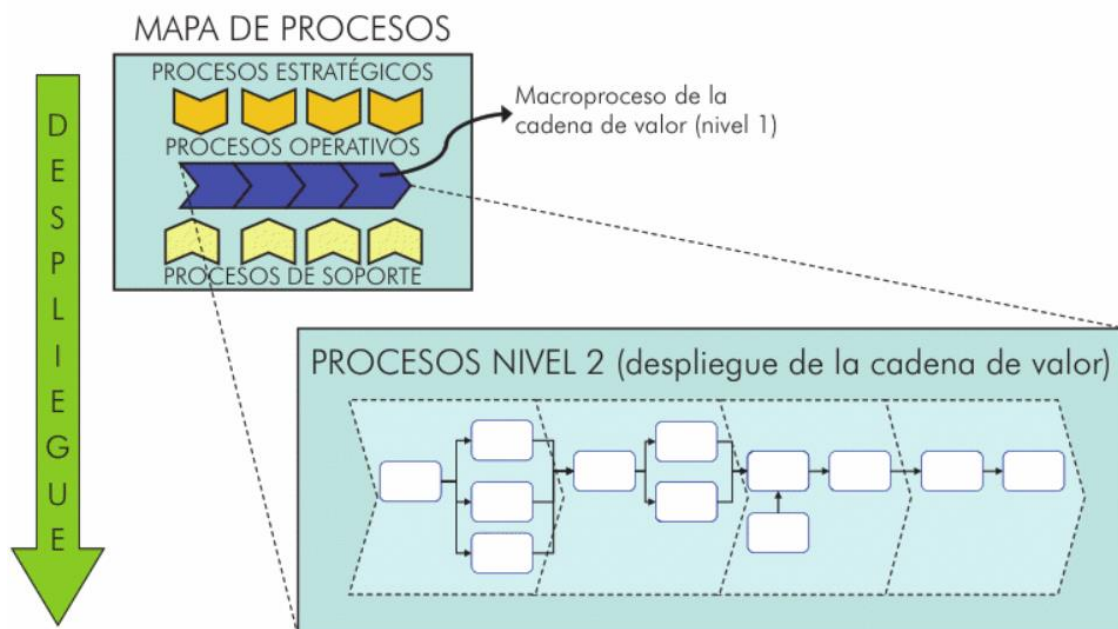


Figura 12. Mapa de procesos.

Tomado de (Pardo, 2017).

### 2.1.5. Especificaciones

Son medidas estándar que deben tener los productos, dentro de estas existe una tolerancia que será especificada por el diseñador y tendrá una tolerancia superior e inferior que se ajuste a las especificaciones técnicas del producto (Maldonado, 2011).

En todo proceso de especificación debe existir un ámbito de tolerancia pues a pesar de la exactitud todo proceso tiene variación (Maldonado, 2011).

### 2.1.6. Productividad

Productividad se define en los siguientes términos salidas sobre entradas, de esta manera se puede definir este concepto, también va muy de la mano con la

eficiencia y eficacia. Siempre hay manera de mejorar la productividad de una empresa ya que esta determina la cantidad de recursos que han sido utilizados (Gutiérrez Pulido, 2014).

Se debe tomar en cuenta que la efectividad es fundamental, ya que a pesar de la eficiencia implementada se debe entregar a tiempo el pedido al cliente (Gutiérrez Pulido, 2014).

### **2.1.7. Simulación de Procesos**

Esta herramienta sirve para simular una línea de producción, esta ayuda a verificar a través de un software el comportamiento de los procesos, o apreciar que pasaría si se modifica algún proceso en una línea productiva. También puede ayudar para verificar distancias, tiempos, incluso costos de producción.

Es una herramienta la cual es de gran ayuda ya que aplicando esta se puede evitar pérdidas económicas y de tiempo (Al-Aomar, Williams, & Ulgen, 2015).

Para la realización de la simulación se utilizará un software denominado FLEXSIM, el cual nos ayudará a representar gráficamente los procesos y los subprocesos del producto analizado, por otro lado, también se podrán generar informes mediante este.

## **2.2. Medición de tiempos**

### **2.2.1. Estudio de Tiempos**

El estudio de tiempos se basa en tomar una muestra de tiempos y determinar el tiempo que se necesita para realizar un trabajo específico por un operario que trabaja normalmente. Este estudio es utilizado para tener indicadores que permitan un resultado de tiempos el cual determine cuanto se demora en realizar una actividad o tarea a un ritmo normal (Palacios, 2016).

Se trata de realizar mediciones a través un cronómetro a las operaciones que realiza el colaborador durante un cierto ritmo de trabajo: se toma el tiempo en que inicia la actividad y se finaliza cuando culmina la actividad (Palacios, 2016).

### 2.2.2. Tiempo normal

Se debe adquirir una muestra cuando el colaborador está trabajando normalmente, para cada operación y se define de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo Normal} = \frac{\text{Tiempo representativo} * \text{Calificación representativa}}{\text{Calificación normal}}$$

*Ecuación 1*

### 2.2.3. Tiempo Medio del Ciclo (TMCO)

Se calcula sumando todos los tiempos cronometrados, y dividida para el número de muestras sumadas (Heizer & Render, 2009).

La fórmula se define de la siguiente manera:

$$TMCO: \frac{\text{Suma de los tiempos}}{\text{Total de tiempos registrados}}$$

*Ecuación 2*

### 2.2.4. Suplementos

En cualquier proceso que se realice se debe tomar en cuenta los factores externos que interrumpen su trabajo, o los cuales generan una ergonomía inadecuada (Palacios, 2016). A continuación, se detallarán algunos factores los cuales pueden influir en el tiempo final:

- Personales.
- Por fatiga.
- Retrasos involuntarios.

Estos factores se deben complementar con otros los cuales influyen en la toma de tiempos y son:

- Género.
- Duración de actividad.
- Condiciones del ambiente.

(Palacios, 2016).



### 2.2.5. Takt time

Este indicador es el que mide la cadencia que una operación debería actuar para producir algún producto cumpliendo con la demanda del cliente final de forma precisa en el tiempo establecido. Todas las personas o equipos participantes en el proceso han de ir sincronizados para adaptarse a este tiempo, con la intención de reducir los tiempos de espera y las ineficiencias (Tolosa, 2016).

Por lo tanto, es necesario formar y capacitar a los departamentos para que puedan seguir este ritmo. La fórmula para calcular el tiempo de proceso es la siguiente:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{demanda}$$

*Ecuación 3*

### 2.2.6. Capacidad

El concepto de capacidad viene dado de acuerdo a las especificaciones técnicas de un producto, es decir, cada producto tiene un límite, si se sobrepasa dicho límite puede ocurrir distintos altercados ya sea que se dañe o sufra algún desperfecto (Suñé Torrents & Arcusa Postils, 2004).

## 2.3. Estadística descriptiva

### 2.3.1. Estadística

A través de una recopilación de datos se realiza un estudio el cual permita determinar de una manera objetiva el comportamiento del objeto a estudiar. Se utiliza distintos métodos estadísticos los cuales se acomodan de una mejor manera al modelo estudiado y permita realizar comparaciones (Ilinás Solano, 2017).

“Las técnicas y métodos utilizados por la ciencia estadística, tanto en su parte descriptiva como en la parte inferencial, son los llamados métodos estadísticos” (Ilinás Solano, 2017).

### 2.3.2. Media aritmética

La media aritmética o promedio se determina a través de la suma de todas las muestras tomadas y es dividida por el número de estas (Palacios, 2016).

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum X_1}{N}$$

#### Ecuación 4

En estadística se puede determinar dos medias (poblacional, muestral) las cuales son representadas por U (cuando corresponde a población) y X (cuando corresponde a datos) respectivamente (Ilinás Solano, 2017).

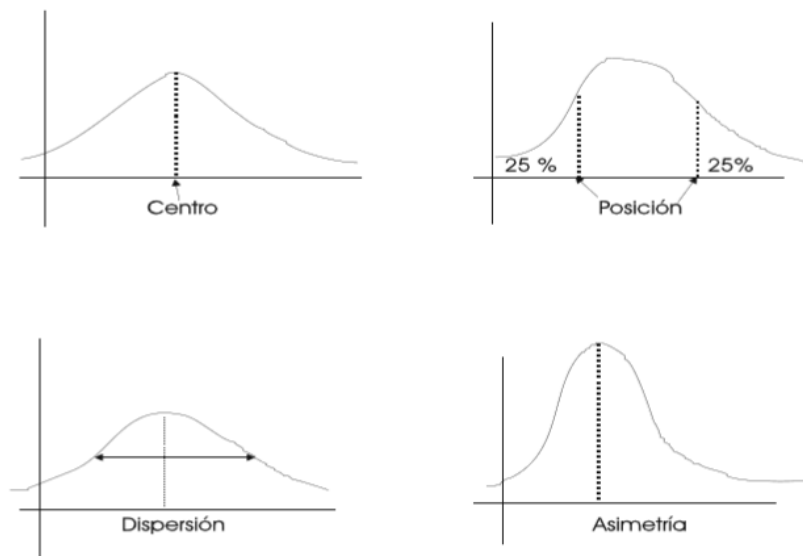


Figura 13. Medias estadísticas

#### 2.2.10. Mediana

La mediana y la moda son medidas las cuales dentro de una toma muestral no se toma en cuenta los datos que están más dispersos y pueden alterar el resultado de una manera radical, esta medida nos otorga una exactitud más aproximada al objeto analizado (Ilinás Solano, 2017).

Existen distintas fórmulas para el cálculo de la mediana, dentro de esto dependerá que el número de muestras sea par ( $\frac{n}{2}$  y  $\frac{n}{2} + 1$ ) o impar ( $\frac{n+1}{2}$ ) (Ilinás Solano, 2017).

#### 2.2.11. Coeficiente de asimetría

Este coeficiente de asimetría tiene el mismo signo que  $x - Mo$ , puesto que el denominador es siempre positivo de manera que lo interpretaremos de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 A_p < 0 &\Rightarrow \text{asimétrica a la izquierda o negativa} \\
 A_p = 0 &\Rightarrow \text{simétrica} \\
 A_p > 0 &\Rightarrow \text{asimétrica a la derecha o positiva}
 \end{aligned}$$

Lo interesante de él es que al dividir por la desviación típica se consigue eliminar la influencia de las unidades de medida, convirtiéndose en un coeficiente adimensional. Puede comprobarse además que es invariante ante cambios de origen y de escala. Esta medida de asimetría resulta muy intuitiva pero sólo puede aplicarse a distribuciones campaniformes y unimodales. Podemos construir un indicador aplicable a cualquier tipo de distribución comprobando si los valores de la variable están en su mayoría a un lado u otro de la media aritmética (asimetría) o, por el contrario, equitativamente repartidos en torno al citado promedio (simetría) (Gamero Burón, 2017).

Esta idea sugiere que puede utilizarse como indicador de asimetría algún promedio de las desviaciones  $d_i(x) = (x_i - \bar{x})$ . Se utiliza el siguiente:

$$m_3 = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} (x_i - \bar{x})^3}{N}$$

*Ecuación 5*

### 2.2.12. Curtosis

Se estudia en distribuciones campaniformes, unimodales, simétricas o moderadamente asimétricas. Los indicadores de curtosis tratan de cuantificar la mayor o menor concentración de las observaciones en la zona central de la distribución, lo que da lugar a un mayor o menor apuntamiento de esta. Es por ello, que las medidas de curtosis también se denominan de apuntamiento. Esta característica es menos estudiada que la asimetría. Para estudiar el apuntamiento de una distribución se utiliza como patrón de comparación la distribución normal. Esta curva teórica es campaniforme y simétrica. Las

restantes distribuciones pueden ser más apuntadas que la normal (leptocúrticas) o menos apuntadas (platicúrticas). A la distribución normal, desde el punto de vista de la curtosis se la cataloga como mesocúrtica (Gamero Burón, 2017).

Para comprobar el apuntamiento de una distribución se utiliza el hecho de que, para la distribución normal, se cumple que:

$$\frac{m_4}{s^4} = 3$$

*Ecuación 6*

$m_4$  es el momento de orden 4 con respecto a la media que, como veremos más adelante, viene definido por:

$$m_4 = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} (x_i - \bar{x})^4}{N}$$

*Ecuación 7*

(Gamero Burón, 2017).

### **2.2.13. Kolmogorov-Smirnov test**

Es un análisis estadístico el cual permite observar la diferencia entre algunas hipótesis de acuerdo a la misma muestra de datos, este test permite verificar cual modelo se ajusta más a una muestra de datos (Fernández Palacín & López Sánchez, 2016).

Y se define de la siguiente manera

$$D_{exp}(x_k) = \text{máx} \{ |F_n(x_{k-1}) - F_0(x_k)|, |F_n(x_k) - F_0(x_k)| \}.$$

Cabe recalcar que la función de distribución empírica ( $D_{exp}$ ) se puede determinar de la siguiente manera

$$D_{exp} = \text{máx} \{D_n^+, D_n^-\},$$

Siendo

$$D_n^+ = \text{máx} \left\{ 0, \text{máx}_i \left[ \frac{i}{n} - F_0(x_i) \right] \right\}$$

$$D_n^- = \text{máx} \left\{ 0, \text{máx}_i \left[ F_0(x_i) - \frac{i-1}{n} \right] \right\}.$$

A continuación, se demuestra los valores críticos del análisis.

$$R_c : D_{exp} \geq D_{n;\alpha},$$

Los valores de  $D_{n;\alpha}$  se pueden observar en la tabla 1.

Para números superiores que 100 la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$D_{n;\alpha} = \sqrt{-\log(\alpha/2)/2n}.$$

*Ecuación 8*

Tabla 2.

Tabla A.27

$x$	$F_n(x)$	$F_0(x)$	$D_n(x)$
0'026	0'083	0'026	0'057
0'081	0'167	0'081	0'086
0'132	0'250	0'132	0'118
0'179	0'333	0'179	0'154
0'497	0'417	0'497	0'164
0'501	0'500	0'501	0'084
0'561	0'583	0'561	0'061
0'582	0'667	0'582	0'085
0'619	0'750	0'619	0'131
0'642	0'833	0'642	0'191
0'948	0'917	0'948	0'115
0'994	1'000	0'994	0'077

(Fernández Palacín & López Sánchez, 2016).

## 2.4. Lean Manufacturing

### 2.4.1. Lean Manufacturing

Esta ideología se basa en la eliminación de desperdicios dentro de un proceso productivo, generando valor agregado y disminuyendo tiempos de producción (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

Esta es una filosofía que mediante la aplicación de algunas herramientas de mejoramiento continuo se puede alcanzar una mayor productividad en una empresa ya sea de manufactura o servicios. El objetivo de esta filosofía es mantenerse en un mejoramiento continuo para mejorar la productividad de la empresa generando ganancias a nivel económico y productivo (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

Siempre la innovación está del lado de esta filosofía por lo cual si se combina innovación con la aplicación de esta filosofía se logrará una mayor competitividad ante la competencia (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

### 2.4.2. Desperdicio o muda

Se denomina muda a cualquier aspecto que genera costos y que no agrega valor antes, durante y después de la elaboración de un producto. Los siete desperdicios que se clasifican según Ohno (1988) son: Sobreproducción, esperas, transportes, sobreprocesamientos, inventarios, movimientos y reprocesos (Gutiérrez Pulido, 2014).



Figura 14. Despilfarro en la organización.

Tomado de (Gutiérrez Pulido, 2014).

La falla de los colaboradores también se ha tomado en cuenta de acuerdo con algunos autores, ya que el desempeño depende de algunos factores independientes de cada persona (Gutiérrez Pulido, 2014).

“Para el SPT, la sobreproducción es el peor de los desperdicios, puesto que este esconde y causa los otros tipos de desperdicios” (Gutiérrez Pulido, 2014).

### 2.4.3. 5's

Las 5's se refieren a una cultura que hay que aplicarla en las organizaciones para mantener un orden y reducir tiempos de procesos, son 5 y se debería aplicar en todas las empresas (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

A continuación, se definirá las 5's en japonés y español con su respectivo significado.

- **Seiri = Uso:** evitar desperdicios de recursos y de espacio
- **Seiton = Organización:** organizar el espacio de trabajo de manera eficaz
- **Seiso = Limpieza:** mantener el ambiente siempre limpio
- **Siketsu = Estandarización y Salud:** determinar normas que faciliten el trabajo ergonómico y saludable
- **Shitisuke = Disciplina:** estimular la colaboración y la mejora continua

(Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

### 2.4.4. Cadena de Valor

La cadena de valor es dar un plus a un producto o una sucesión de acciones realizadas con el fin de generar valor agregado a un producto. La gran mayoría de empresas cuenta con una cadena de valor, sin embargo, se puede generar más valor a dicha cadena mediante proyectos que aumenten el valor del producto o servicio en el mercado (Porter, 2009).

La cadena de valor se enfoca en tres pilares los cuales se determinan a continuación:

- Mejoramiento de servicios.
- Rebaja de costes.
- Generar valor.

(Porter, 2009).

### 2.4.5. Value stream mapping (VSM)

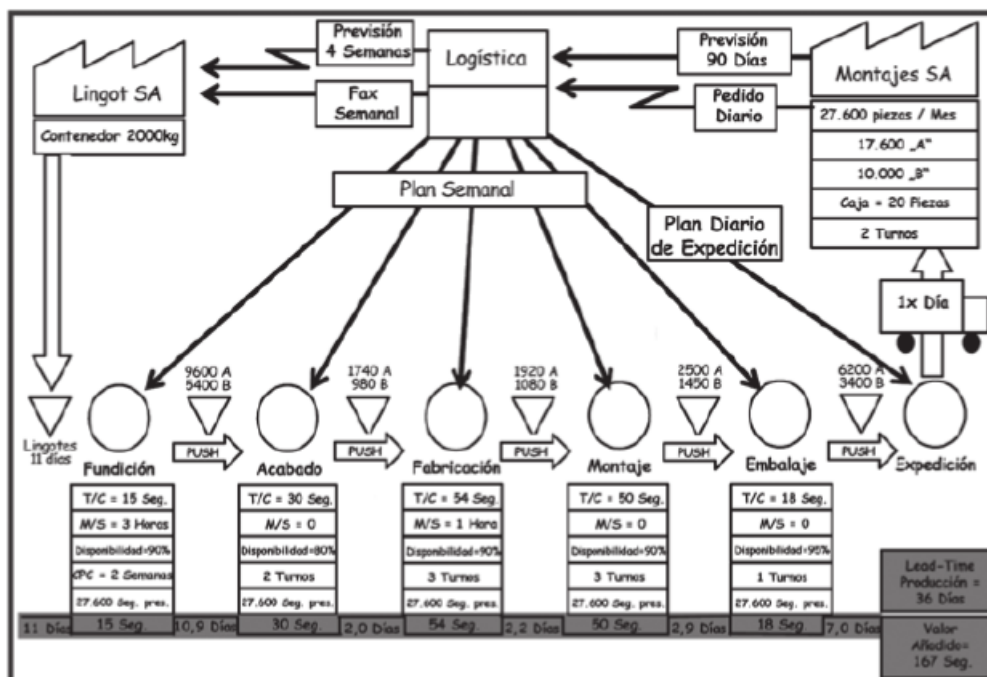


Figura 15. Ejemplo VSM.

Tomado de (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

El VSM se representa gráficamente el flujo de información y el flujo de materiales que se utilizan dentro de un proceso, y también va desde el ingreso de materia prima hasta el cliente final. Esto es de gran ayuda para identificar que acciones generan valor o no al producto en estudio con finalidad de eliminarlas y generar eficiencia. Dentro de los beneficios de aplicar el VSM están: Analizar los puntos críticos donde no se añade valor al proceso, encontrar oportunidades de mejoras, definir qué tiempo abarca en hacer el objeto a ser estudiado, entre otros (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010)

### 2.4.6. Cálculo de operadores

Para establecer el número de trabajadores necesarios en cada estación, se divide el tiempo total del ciclo, entre la velocidad de la demanda, es decir el takt time, y a través de este cálculo se obtiene el número total de operadores (Socconini, 2014).



Esto significa que ocupando todo el tiempo de cada persona y combinando los trabajos de diversas operaciones, idealmente saldrá el número de operarios que deberían trabajar en la línea (Socconini, 2014).

#### 2.4.7. Hojas de Estandarización del Trabajo

Es fundamental que una organización mantenga ciertos estándares de trabajo ya que esto ayuda a saber qué pasos seguir en los distintos procesos y los tiempos estándar que requiere cada operación para que el proceso cumpla los estándares de calidad y se pueda entregar al cliente a tiempo (Freivalds & Niebel, 2014).

Por lo que es indispensable tener establecidos y definidos los tiempos, los procesos y procesos que deberá realizar cada operador para cumplir a cabalidad la producción (Freivalds & Niebel, 2014).

#### 2.4.8. Diagrama de Pareto

Esta es una representación gráfica de una serie de datos la cual indica los datos más representativos dentro de una lista. Este diagrama clasifica el 20% de los datos, para lo cual habrá como realizar algún proceso para mejorarlos y se evidenciará un gran resultado. (López Lemos, 2016).

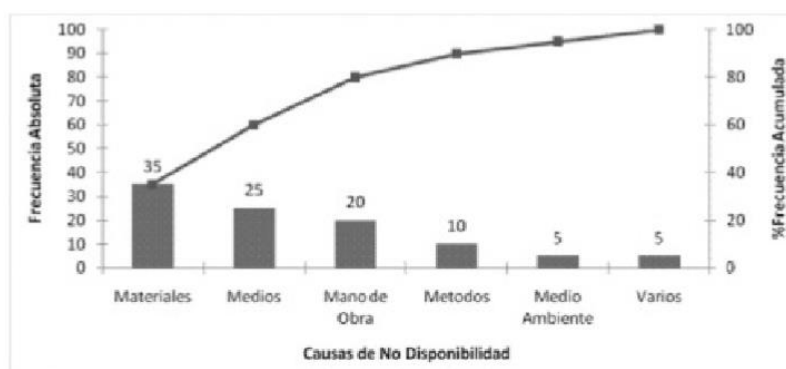


Figura 16. Diagrama de Pareto.

Tomado de (López Lemos, 2016).

#### 2.4.9. Diagrama de Ishikawa

Mediante un diagrama se coloca las 5 m's (materiales, mano de obra, maquinaria, procesos, entorno) y en el inicio se coloca el problema, a través de

las ramas que se generan se va colocando la causa de estos y se va identificando que problemas lideran en cada m, mediante este diagrama se puede apreciar la mayor cantidad de problemas que se puede atacar con distintas herramientas (López Lemos, 2016).

#### **2.4.10. Diagrama de spaghetti**

A través de este diagrama se puede observar los movimientos que realizan los operarios para la elaboración de un producto en un layout definido actual. Por otro lado, analizando este diagrama se puede determinar un rediseño de rutas y de layout, el cual permitirá reducciones cruciales de tiempo y de desplazamiento (Santos, 2012).

#### **2.4.11. System layout planning**

La técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller (Platas García, 2014).

El término distribución de planta significa el replanteamiento de la disposición existente, el nuevo plan propuesto de distribución o el trabajo de hacer una distribución de planta. Por tanto, una distribución de planta puede entenderse como el trabajo en una instalación existente, un proyecto o una tarea (Platas García, 2014).

#### **2.4.12. Gráfica de relaciones**

La gráfica de relaciones tiene como objetivo definir las actividades, tanto las que se deben ubicar unas cerca de otras como las que deben colocarse lejos; al mismo tiempo que se califican y se registran todas las relaciones que existen entre estas (Platas García, 2014).

#### **2.4.13. Diagrama adimensional de bloques**

El diagrama adimensional de bloques es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades y la hoja de trabajo.

Aun cuando esta distribución es adimensional, será la base para hacer la distribución maestra y el dibujo del plan.

### 3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1. Situación actual

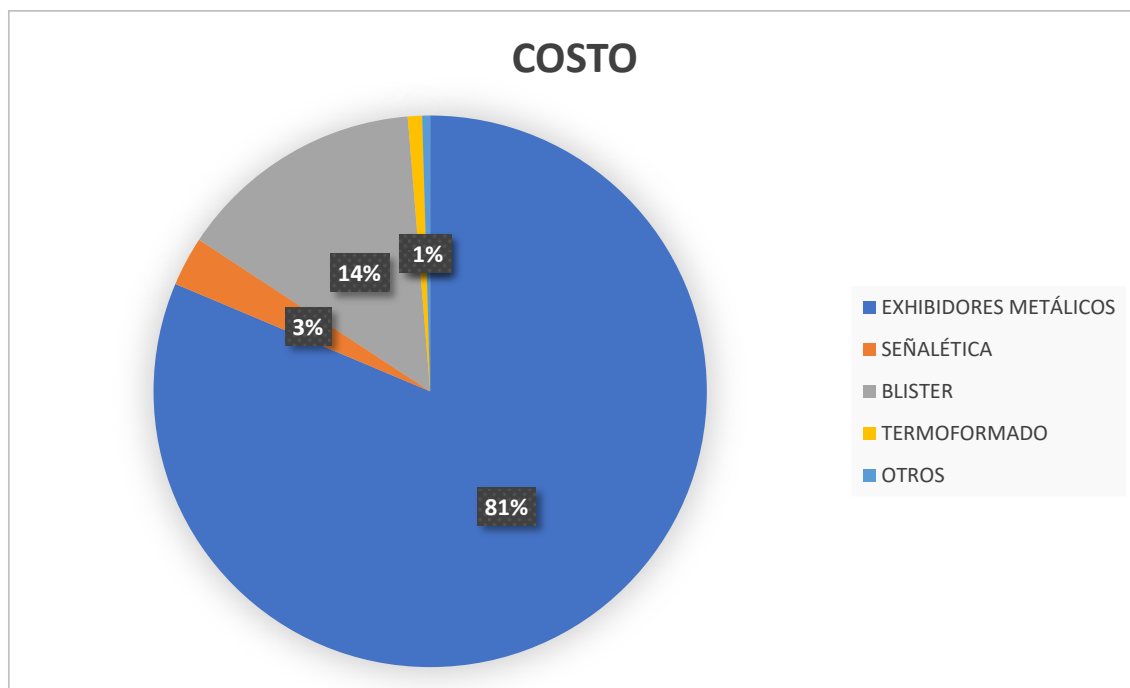


Figura 17. Representación gráfica de cartera de productos

Como se puede observar en la figura 16, se ha analizado la cartera de productos de la empresa en el primer semestre del año 2019, la línea de exhibidores metálicos es la que sobresale ante sus clientes con el 81% de ventas.

Una vez identificado la línea de productos más representativos de estos se procederá a verificar mediante un diagrama de Pareto cual es el que genera mayor utilidad a la empresa.

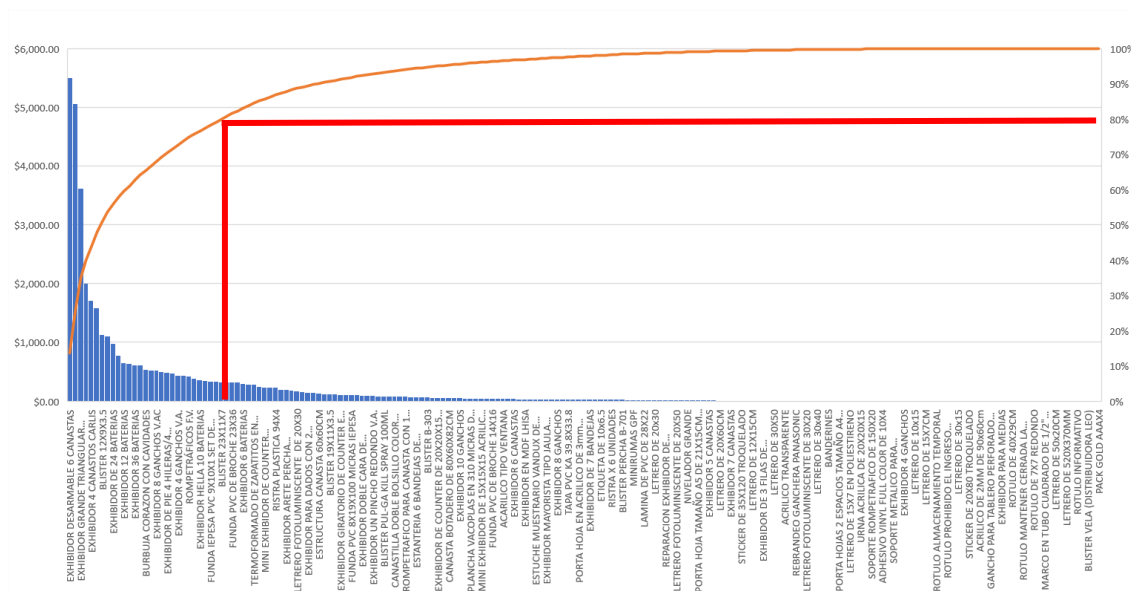


Figura 18. Pareto exhibidores metálicos (Dólares/producto)

En la figura 17 se puede observar que dentro de la cartera de productos de exhibidores metálicos, el exhibidor desarmable de seis canastas es el producto más representativo en la empresa, ya que a través del diagrama de Pareto se ha identificado este como el primordial. Por ende, el enfoque de este proyecto se basará en el estudio de los exhibidores desarmables de seis canastas siendo este el producto más representativo a nivel económico, de esta manera se generará un ahorro inminente y se obtendrá un cambio notable al finalizar este proyecto.

### 3.2. Distribución de planta

Disponen de uno solo local de 1200 metros cuadrados y solo dispone de planta baja, la cual está dividida en 3 áreas:

- Administrativa
- Productiva (Termosellado, termoformado, mecánica)
- Bodega

Y dentro de estas se incluye: bodegas, área de soldado, área de doblado, área de cortado, área de pulido, área de termosellado, área de termoformado.

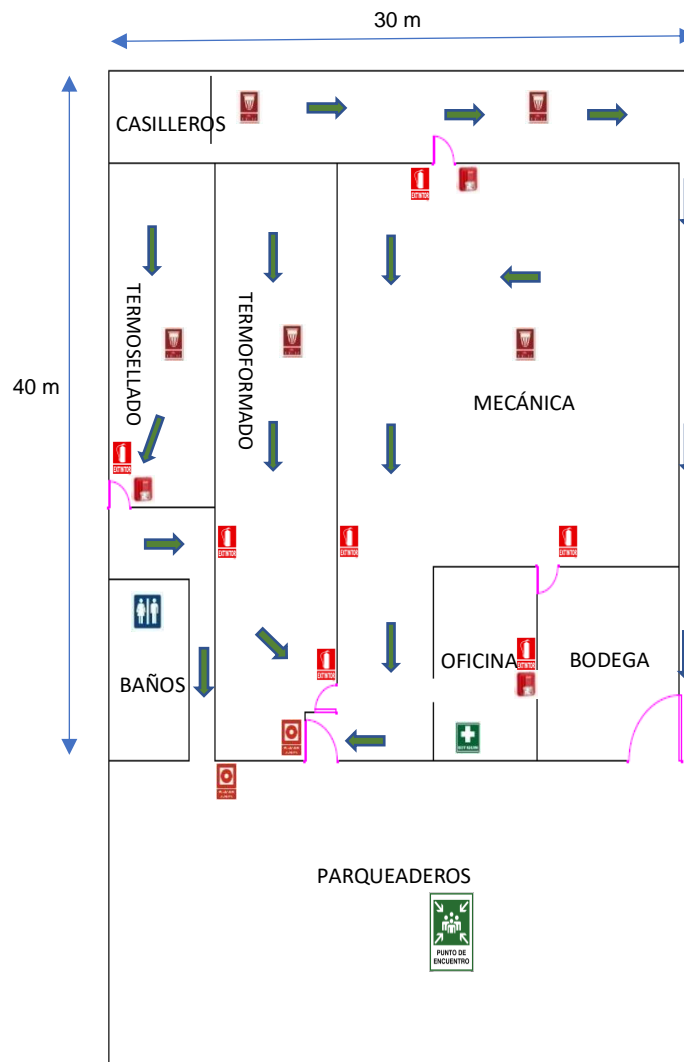


Figura 19. Layout de la empresa

Adaptado de (Publimepack, 2018).

Dentro del área productiva de la empresa se puede encontrar que el 36% pertenece al área mecánica, el 23% pertenece al área de termoformado, y el 12% representa el área de termosellado.

### 3.3. Levantamiento de procesos

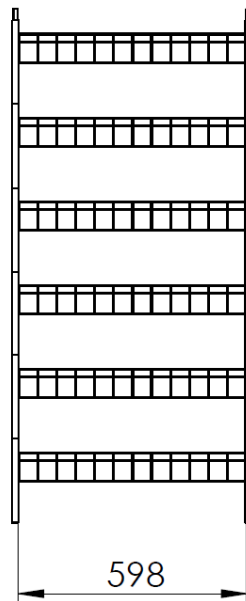


Figura 20. Vista frontal exhibidor desarmable de seis canastas

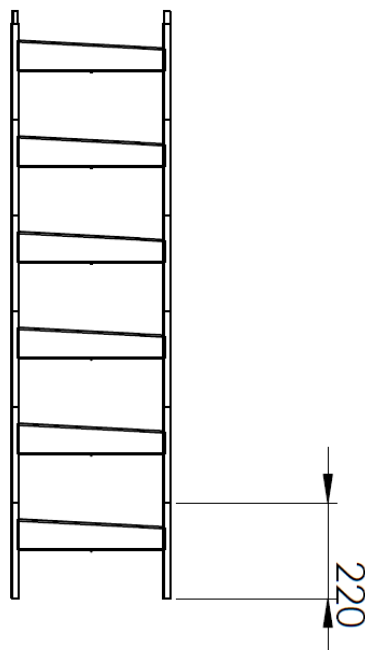


Figura 21. Vista lateral exhibidor desarmable seis canastas



Figura 22. Vista isométrica exhibidor desarmable de seis canastas

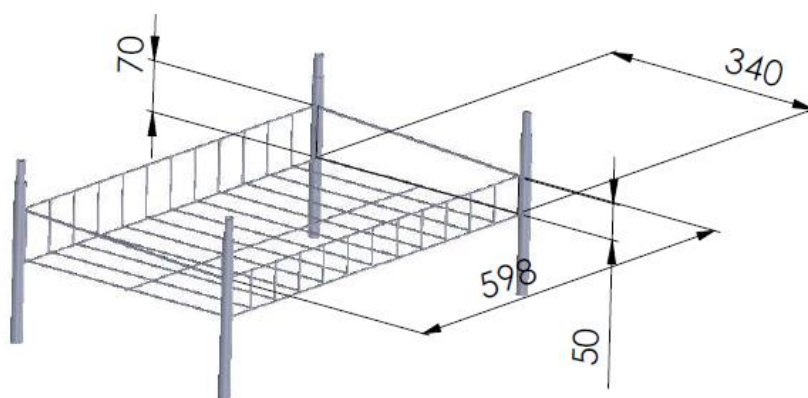


Figura 23. Vista isométrica canasta



*Figura 24.* Plano de explosión exhibidor

Para la elaboración de un exhibidor de 6 canastas desarmable se requiere la siguiente lista de materiales



Tabla 3.

*Lista de materiales para exhibidor de 6 canastas desarmable.*

<b>EXHIBIDOR 6 CANASTAS DESARMABLE YUPI</b>		
<b>UNIDADES</b>	<b>CM</b>	<b>MATERIAL</b>
8	25	TUBO 5/8 REDONDO
16	22	TUBO 5/8 REDONDO
20	10	TUBO 1/2 REDONDO
12	33	VARILLA DE 4 MM
30	59.8	VARILLA DE 3 MM
72	46	VARILLA DE 3 MM
8	UNIDADES	REGATONES DE 5/8
4	UNIDADES	REGATONES DE 1/2

Tomaremos en cuenta que para la elaboración de estos exhibidores lo realizará un operario experimentado y el estudio se realizará en un día de trabajo normal.

El proceso actual para la transformación de materia prima a exhibidores contempla algunos pasos para la realización de estos, dentro de estos tenemos siete etapas las cuales son: cortado, dos etapas de soldado, refilado, doblado, perforado y pulido. Las cuáles serán más detalladas en el punto 3.3. Toma de tiempos actuales.

Agregando a lo anterior, no dedican el 100% del tiempo disponible a realizar dichos exhibidores, ya que la empresa dispone una amplia cartera de productos y alto flujo de clientes.

Por otro lado, la empresa no dispone de la maquinaria ni personal adecuado para el proceso de pintura, por lo cual este proceso se lo realiza con un proveedor externo el cual brinda el servicio, posterior a esto proceden a embalar el producto y distribuirlo a los diferentes puntos del país ya sea Guayaquil, Quito, Cuenca, entre otros.

### 3.4. Imágenes de la empresa



*Figura 25.* Área de insumos

Dentro del área de insumos se ha encontrado desperdicios como:

Inventarios, lo que provoca una pérdida de espacio.

Por otro lado, no se evidencia el uso de las 5's materiales en el piso, un desorden inminente, no existe clasificación por producto.



*Figura 26.* Área de soldado 2

En esta área los desperdicios que se puede observar son:

Inventarios, lo que genera perdida de tiempos ya que los colaboradores no tienen un paso libre para caminar.

Sobreproducción, ya que se evidencia lotes de productos almacenados en la fábrica.

Por otro lado, no se observa delimitaciones de áreas adecuadas, ni uso de las 5's.



*Figura 27. Área de corte*

Dentro de esta área se pueden observar varios inventarios ya sea de materia prima o producto en proceso. Por otro lado, se observa mucha desorganización en esta área.



*Figura 28.* Área de soldado 1

A simple vista en la figura 28 se puede apreciar sobreproducción en la empresa y varias máquinas-herramientas dentro del procesos de los operarios.

### **3.5. Diagrama de procesos**

Se procede a realizar un diagrama de procesos en el cual se identifican todos los subprocesos del exhibidor desarmable de seis canastas, para conocer el flujo actual. Dentro de este diagrama se ha caracterizado todas las actividades de cada subproceso, generando en el software el levantamiento de procesos actual y cómo se comporta actualmente el proceso de fabricación de los exhibidores de seis canastas desarmables.

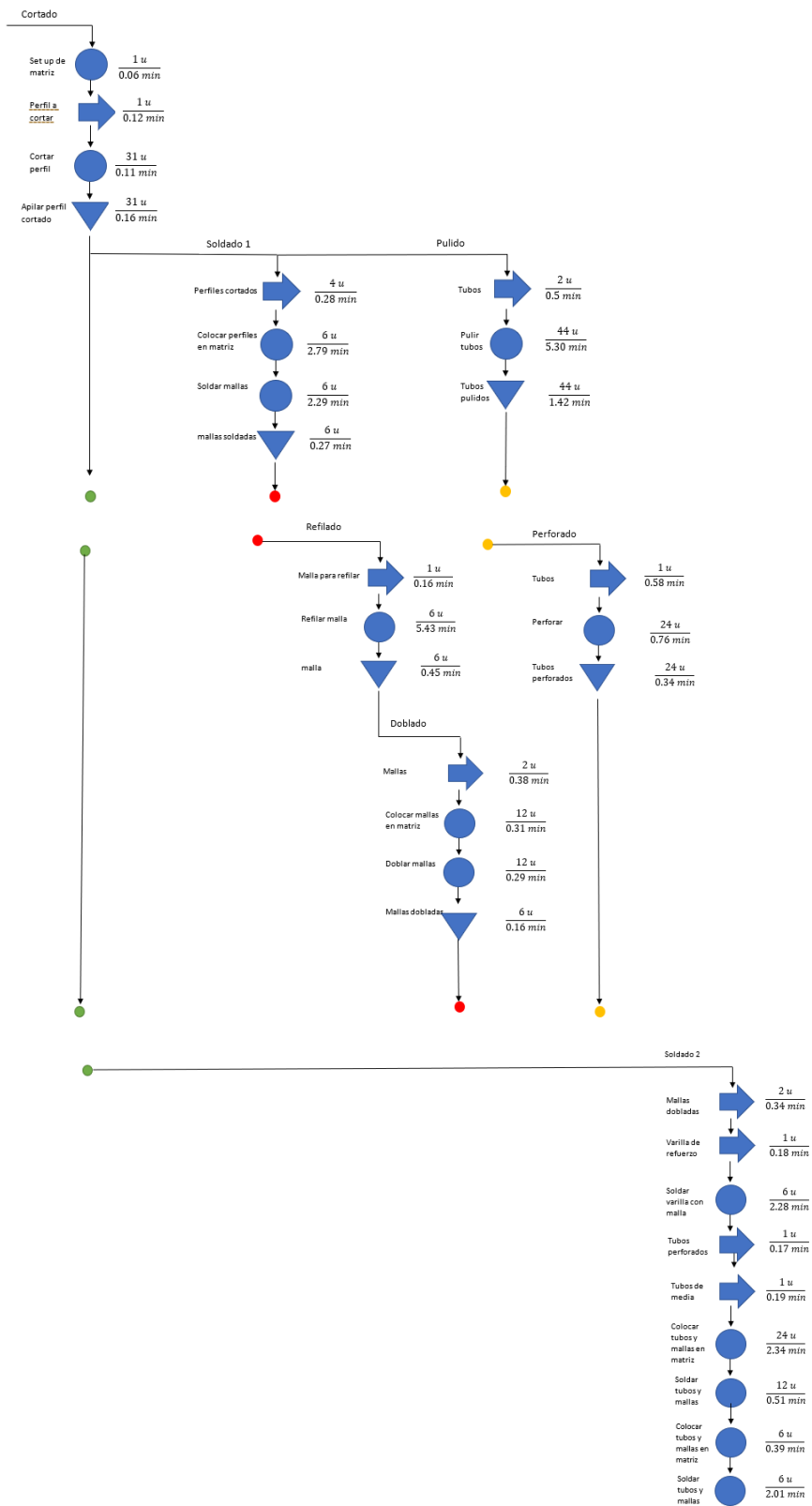


Figura 29. Diagrama de procesos

### 3.6. Toma de tiempos actuales

En esta etapa se realizó una toma de tiempos nos ayudarán a verificar de una mejor manera el tiempo que se demora actualmente la empresa en realizar los de seis canastas desarmable, cabe recalcar que los tiempos tomados serán por fabricación unitaria de canasta. Con estos datos lograremos identificar los desperdicios para posterior a esto generar una propuesta de mejora.

#### 3.6.1. Subproceso de corte

Dentro del subproceso de corte hemos tomado los tiempos por cada actividad realizada por el operario.

En primer lugar, el operario recibe la orden de producción, a continuación, procede a verificar si existe el material disponible. Una vez verificado la materia prima se procede a realizar el set up de la matriz que consta en regularla para el corte, posterior a esto el operario toma la materia prima y comienza con la actividad de cortado para apilarla a un lado de la estación de trabajo.

En esta etapa, la que más toma tiempo es la etapa del apilado de material, ya que se lo apila en el suelo, por otro lado, la actividad de transportar perfiles no agrega valor a la línea productiva. Cabe recalcar que este subproceso lo realizan dos personas.

Tabla 4.

*Diagrama de flujo del subproceso de corte*

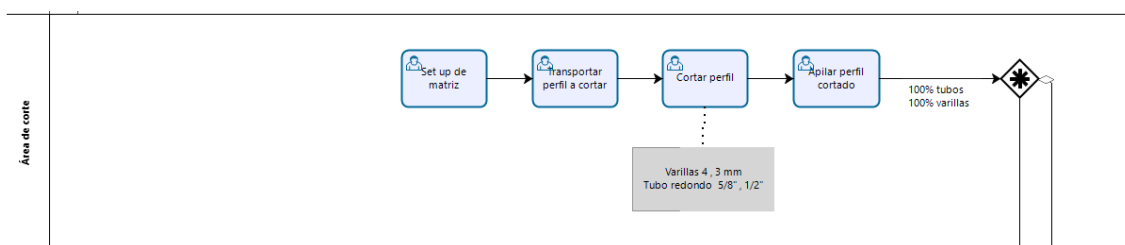


Tabla 5.

*Tiempos de ciclo del subproceso de corte*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Set up de matriz	0.05	1.12	0.06	0.06
2	Transportar perfil a cortar	0.11	1.12	0.12	0.18
3	Cortar perfil	0.10	1.13	0.11	0.29
4	Apilar perfil cortado	0.15	1.12	0.16	0.46

La tabla 5, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de corte es de 0.46 min.

Tabla 6.

*Diagrama de procesos del subproceso de corte*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSograma ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>												
DIAGRAMA Nº 1_	HOJA Nº 1_	RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Corte de tubos de acuerdo a la especificación técnica del producto		Actual		Propuesta								
Actividad del DPO analizada aquí (descripción y símbolo)		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones	2	0.08								
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones	0	0:00:00								
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes	1	0.06								
Elaborado por: José Torres		Demoras	0	0:00:00								
Fecha: 23/10/2019		Almacenamientos	1	0.03								
		Distancia total necesaria (m)										
		Tiempo requerido										
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Set up de matriz				X		0.00	4	0.05			X	set up por cada perfil
Transportar perfil a cortar		X				5.00	2	0.11	X			
Cortar perfil				X		0.00	67	0.10			X	
Apilar perfil cortado					X	0.00	67	0.15			X	

Por otro lado, en la tabla 6 se puede apreciar que existen 4 actividades, siendo dos de estas operaciones, una de transporte y otra de inventario en las cuales se puede encontrar oportunidades de mejora.

Tabla 7.

*Sipoc de subproceso de corte*

Caracterización de proceso				Código:
				Versión:
				Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: CORTADO		RESPONSABLE DEL PROCESO:		
OBJETIVO: Cortar varillas y Tubos				
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Interno	Varillas	Set up de matriz	Varillas	soldado 1
	Tubos	Transportar perfil a cortar	Tubos	pulido
		Cortar perfil		soldado 2
		Apilar perfil cortado		



### 3.6.2. Subproceso de soldado 1

En este subproceso de soldado se lo realiza con una suelda de punto la cual le permite optimizar el tiempo en el armado de mallas.

En este subproceso el operario procede a tomar el 80% de las varillas cortadas a la especificación técnica (72x46, 30x59.8) del subproceso previo a este, las lleva hacia la estación de trabajo las acomoda en la matriz y procede a soldarlas para a continuación apilarlas a un lado de la estación de trabajo.

Tabla 8.

Diagrama de flujo del subproceso de soldado 1

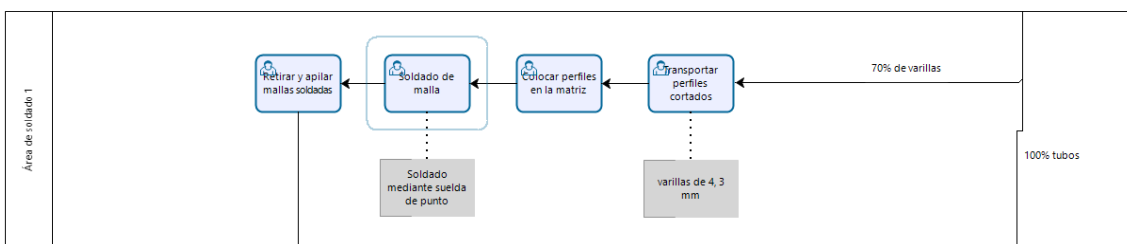


Tabla 9.

Tiempos de ciclo del subproceso de soldado 1

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Transportar perfiles cortados	0.25	1.12	0.28	0.28
2	Colocar perfiles en la matriz	2.41	1.16	2.79	3.07
3	Soldado de malla	1.97	1.16	2.29	5.36
4	Retirar y apilar mallas soldadas	0.24	1.13	0.27	5.63

La tabla 9, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de soldado 1 es de 5.63 min

Tabla 10.

Diagrama de procesos del subproceso soldado 1




DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO									
Operario <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>									
DIAGRAMA Nº 1_	HOJA Nº 1_	RESUMEN DEL ESTUDIO							
Descripción de pieza o producto en transformación: Se procede a armar y soldar la malla		Actual		Propuesta					
Actividad del DPO analizada: aquí (descripción y símbolo)		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo		
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones	2	4.38					
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones	0	0:00:00					
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes	1	0.25					
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019		Demoras	0	0:00:00					
		Almacenamientos	1	0.24					
		Distancia total necesaria (m)							
		Tiempo requerido							
		Costos: Maquinaria:							
		Mano de Obra:							
		Materiales:							
		TOTAL:							

Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	□	⇒	○	○	▽				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar perfiles cortados		X				11.00	4	0.25	X			
Colocar perfiles en la matriz				X		0.00	6	2.41			X	
Soldado de malla				X		0.00	6	1.97			X	
Retirar y apilar mallas soldadas					X	0.00	6	0.24			X	

Tabla 11.

*Sipoc subproceso de soldado 1*

Caracterización de proceso		Código:
		Versión:
		Emisión:
		
NOMBRE DEL PROCESO: SOLDADO 1		RESPONSABLE DEL PROCESO:
OBJETIVO: GENERAR MALLA		

PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Cortado	Varillas	Transportar perfiles cortados Colocar perfiles en la matriz Soldado de malla Retirar y apilar mallas soldadas	Mallas soldadas	Doblado

**3.6.3. Subproceso de pulido**

En esta etapa se procede a transportar desde el subproceso de corte los tubos redondos de 5/8 y de 1/2 para pulir la rebaba que se obtiene del subproceso de corte y posterior a estos apilarlos.

Tabla 12.

*Diagrama de flujo del subproceso de pulido*

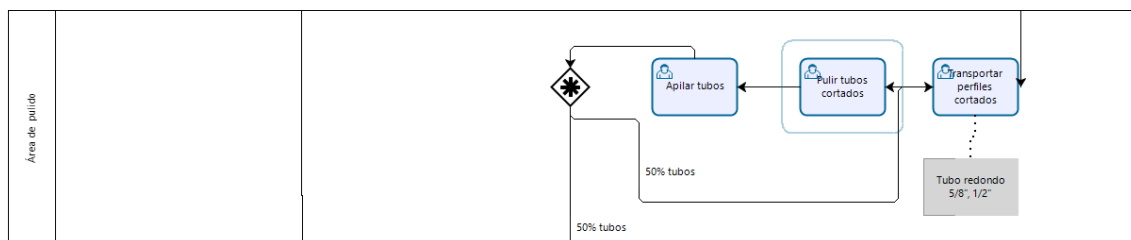


Tabla 13.

*Tiempos de ciclo del subproceso de pulido*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Transportar tubo a pulir	0.44	1.13	0.50	0.50
2	Pulir tubo	4.61	1.15	5.30	5.79
3	Apilar tubos pulidos	1.26	1.13	1.42	7.21

La tabla 13, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de pulido es de 7.21 min.


Tabla 14.

*Diagrama de procesos del subproceso de pulido*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>												
DIAGRAMA Nº 1_	HOJA Nº 1_	RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Se pule tubos previamente cortados		Actual Propuesta										
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones										
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones										
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes										
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019		Demoras										
		Almacenamientos										
		Distancia total necesaria (m)										
		Tiempo requerido										
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar tubo a pulir		X				16.00	2	0.44	X			
Pulir tubo				X		0.00	44	4.61			X	
Apilar tubos pulidos					X	0.00	44	1.26			X	

Tabla 15.

*Sipoc del subproceso de pulido*

Caracterización de proceso					Código:
					Versión:
					Emisión:
					NOMBRE DEL PROCESO: PULIDO
OBJETIVO: PULIR TUBOS					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE	
Cortado	Tubos	Transportar tubo a pulir	Tubos pulidos	Perforado	
		Pulir tubo		Soldado 2	
		Apilar tubos pulidos			

**3.6.4. Subproceso de perforado**

Se transporta los tubos de 5/8 previamente pulidos para realizar una perforación con una broca de diámetro ¼ la cual se utilizará para fijar la unión del tubo 5/8

junto con el tubo de 1/2, en esta etapa cabe recalcar que solo los tubos de 5/8 son transportados mientras que los tubos de 1/2 se mantienen en la estación de trabajo de pulido.

Tabla 16.

*Diagrama de flujo del subproceso de perforado*

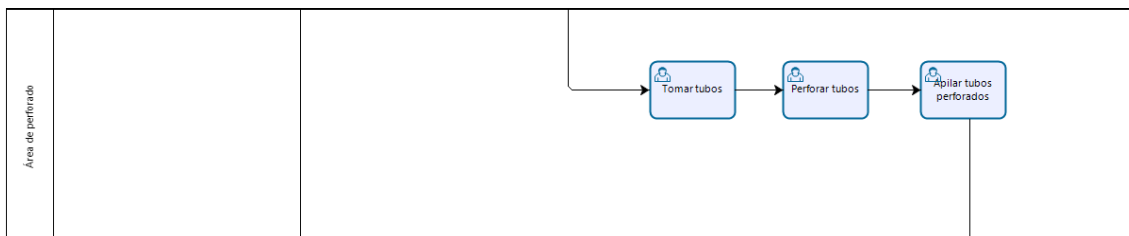


Tabla 17.

*Tiempos de ciclo del subproceso de perforado*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Transportar tubo a perforar	0.51	1.15	0.58	0.58
2	Perforar	0.66	1.15	0.76	1.34
3	Apilar tubo perforado	0.29	1.15	0.34	1.68

La tabla 17, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de perforado es de 1.68 min.


Tabla 18.

*Diagrama de procesos del subproceso de perforado*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>												
DIAGRAMA Nº_1_ HOJA Nº_1_	RESUMEN DEL ESTUDIO											
Descripción de pieza o producto en transformación: Perforar tubo redondo de 5/8		Actual		Propuesta								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones	1	0.66								
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones	0	0:00:00								
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes	1	0.51								
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019		Demoras	0	0:00:00								
		Almacenamientos	1	0.29								
		Distancia total necesaria (m)										
		Tiempo requerido										
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	□	⇒	◐	○	▽				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Tomar tubo a perforar		X				19.00	1	0.51	X			se transporta en una canasta
perforar				X		0.00	24	0.66			X	
Apilar tubo perforado					X	0.00	24	0.29			X	

Tabla 19.

*Sipoc del subproceso de perforado*

Caracterización de proceso		Código:
		Versión:
		Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: PERFORADO		RESPONSABLE DEL PROCESO:
OBJETIVO: PERFORAR TUBOS DE 5/8		

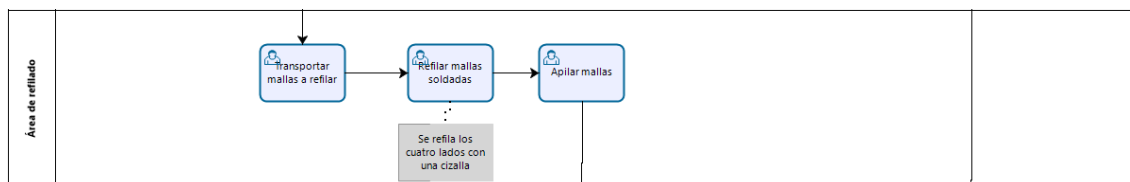
  

PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Pulido	Tubos pulidos	Transportar tubo a perforar Perforar Apilar tubo perforado	Tubos perforados	Soldado 2

**3.6.5. Subproceso de refilado**

En esta etapa se procede a cortar el exceso de varilla de las mallas soldadas, lo cual lo realiza un operario en una cizalla y corta el exceso de los cuatro lados de la malla para que esta quede totalmente lisa sin rebaba, el refilado se lo realiza varilla por varilla lo cual nos genera un gran aumento en el tiempo de procesamiento de este.

Tabla 20.

*Diagrama de flujo del subproceso de refilado*Tabla 21. *Tiempos de ciclo del subproceso de refilado*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/Unidad	Tiempo de ciclo
1	Transportar malla a refilar	0.14	1.14	0.16	0.16
2	Refilar malla	4.64	1.17	5.43	5.59
3	Apilar malla refilada	0.39	1.14	0.45	6.04

La tabla 21, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de perforado es de 6.04 min.

Tabla 22.

Diagrama de procesos del subproceso de refilado

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input checked="" type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA Nº. 1		HOJA Nº. 1		RESUMEN DEL ESTUDIO								
Descripción de pieza o producto en transformación: Cortar exceso de varilla de los costados de la malla soldada				Actual		Propuesta						
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	1	4.64						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Inspecciones	0	0:00:00						
Operario (s) que ejecutan la actividad:				Transportes	1	0.14						
Elaborado por: José Torres Fecha: 2310/2019				Demoras	0	0:00:00						
				Almacenamientos	1	0.39						
				Distancia total necesaria (m)								
				Tiempo requerido								
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripcion de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
									Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar malla a refilar		X				5.00	1	0.1			X	
Refilar malla				X		0.00	6	4.6			X	
Apilar malla refilada					X	0.00	6	0.4			X	

Tabla 23.

Sipoc subproceso de refilado

Caracterización de proceso					Código:
					Versión:
NOMBRE DEL PROCESO: REFILADO					Emisión:
OBJETIVO: REFILAR MALLAS SOLDADAS					RESPONSABLE DEL PROCESO:
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE	
Soldado 1	Mallas soldadas	Transportar malla a refilar	Mallas refiladas	Doblado	
		Refilar malla			
		Apilar malla refilada			

3.6.6. Subproceso de doblado

A continuación, las mallas una vez soldadas y refiladas se las transporta al área de doblado, en esta etapa se encuentran dos dobladoras las cuales ya tienen definida una medida estándar (5 y 7 cm), se procede a introducir las mallas en dichas dobladoras y realizar la operación para cada medida.

Tabla 24. Diagrama de flujo del subproceso de doblado

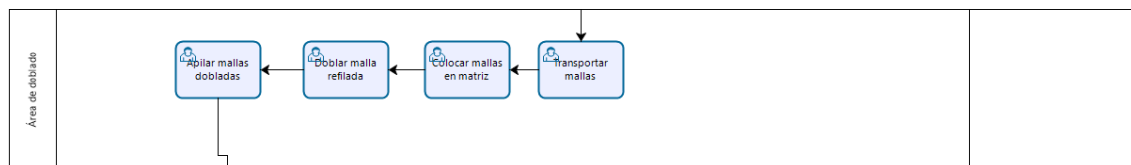


Tabla 25.

Tiempos de ciclo del subproceso de doblado

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/Unidad	Tiempo de ciclo
1	Transportar mallas	0.33	1.15	0.38	0.38
2	Colocar mallas en matriz	0.27	1.15	0.31	0.69
3	Doblar malla	0.25	1.15	0.29	0.98
4	Apilar mallas dobladas	0.14	1.15	0.16	1.14

La tabla 25, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de doblado es de 1.14 min.


Tabla 26.

Diagrama de procesos del subproceso de doblado

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input checked="" type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA Nº. 1_ HOJA Nº. 1_		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Doblar mallas, un extremo de 5 cm y el opuesto de 7 cm		Actual		Propuesta								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		Operaciones	2	0.52								
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones	0	0:00:00								
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes	1	0.33								
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019		Demoras	0	0:00:00								
		Almacenamientos	1	0.14								
		Distancia total necesaria (m)										
		Tiempo requerido										
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar mallas		X				15.00	2	0.33	X			
Colocar mallas en matriz				X		0.00	12	0.27			X	
Doblar malla				X		0.00	12	0.25			X	
Apilar mallas dobladas					X	0.00	6	0.14			X	

Tabla 27.

Sipoc del subproceso de doblado

Caracterización de proceso				Código:
				Versión:
				Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: DOBLADO		RESPONSABLE DEL PROCESO:		
OBJETIVO: DOBLAR MALLAS				
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Refilado	Mallas refiladas	Transportar mallas	Mallas dobladas	Soldado 2
		Colocar mallas en matriz		
		Doblar malla		
		Apilar mallas dobladas		

### 3.6.7. Subproceso de soldado 2

Esta es la etapa en la cual se culmina el armado de las canastas que conforman los exhibidores desarmables de seis canastas, para este proceso se inicia soldando el refuerzo de las mallas ya dobladas, una vez soldado el refuerzo de cada lado, se toma los tubos de 5/8 y de 1/2, se los coloca en una matriz la cual

está diseñada a la medida y se coloca un punto de suelda en la perforación del tubo de 5/8, así formando las patas de las canastas.

Para finalizar se junta las mallas reforzadas y las patas en una matriz para soldarlas con una suelda mig. De esta forma se generan las canastas.

Ya que la empresa no cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la pintura, la empresa envía a un tercero para que realice este proceso, continuamente dicha empresa que realiza el proceso de pintura también les provee el servicio de embalaje y envío.

Tabla 28.

*Diagrama de flujo del subproceso de soldado 2*

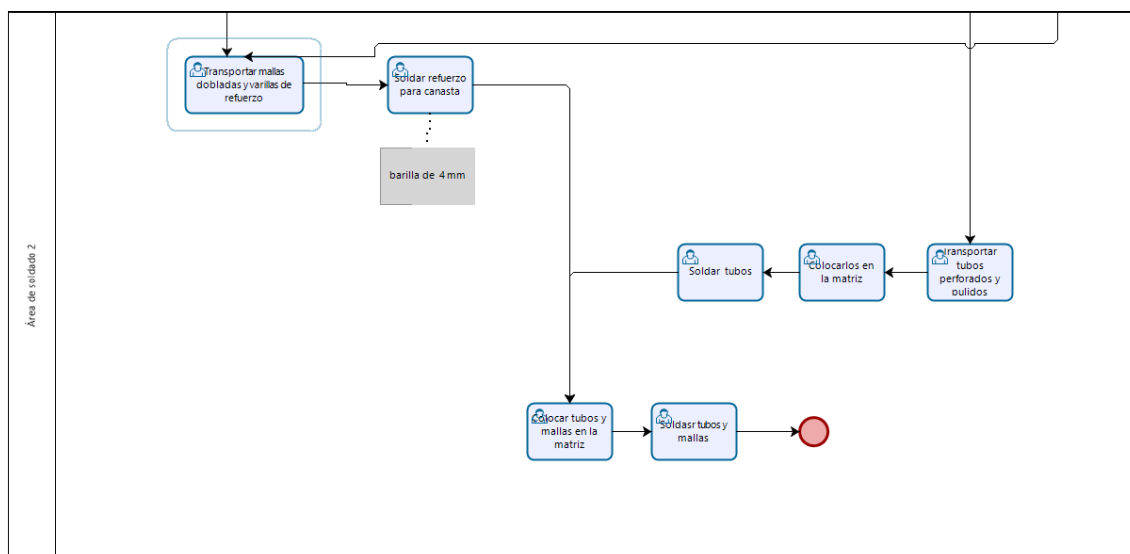


Tabla 29.

*Tiempos de ciclo del subproceso de soldado 2*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Transportar mallas dobladas	0.30	1.15	0.34	0.34
2	Transportar varilla de refuerzo	0.15	1.15	0.18	0.52
3	Soldar varilla de refuerzo en malla	1.98	1.15	2.28	2.80
4	Transportar tubos perforados	0.15	1.15	0.17	2.97
5	Transportar tubos de media	0.16	1.15	0.19	3.15
6	Colocar tubos en la matriz	2.04	1.15	2.34	5.50
7	Soldar tubos	0.44	1.15	0.51	6.01
8	Colocar tubos y mallas en la matriz	0.34	1.15	0.39	6.40
9	Soldar tubos y mallas	1.74	1.15	2.01	8.41

La tabla 29, representa que el tiempo de ciclo del subproceso de soldado 2 es de 8.41 min.


Tabla 30.

*Diagrama de procesos del subproceso de soldado 2*

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Operario <input checked="" type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>								
DIAGRAMA Nº. 1		HOJA Nº. 1		RESUMEN DEL ESTUDIO								
Descripción de pieza o producto en transformación: Elaboración de canasta yupi				Actual		Propuesta						
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actividades:	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo		
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Operaciones	5	32.25						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: soldadura				Inspecciones	0	0:00:00						
Operario (s) que ejecutan la actividad: Un operario				Transportes	4	0.87						
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019				Demoras	0	0:00:00						
				Almacenamientos	0	0:00:00						
Distancia total necesaria (m)												
Tiempo requerido												
Costos: Maquinaria:												
Mano de Obra:												
Materiales:												
TOTAL:												
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar mallas dobladas		X				13.00	2	0.34			X	
Transportar varilla de refuerzo		X				6.00	1	0.18			X	Desde estación de cortado
Soldar varilla de refuerzo en malla						0.00	6	2.28			X	
Transportar tubos perforados		X				8.00	1	0.17			X	
Transportar tubos de media		X				13.00	1	0.19			X	Desde estación de pulido
Colocar tubos en la matriz				X		0.00	24	2.34			X	
Soldar tubos				X		0.00	12	0.51			X	
Colocar tubos y mallas en la matriz				X		0.00	6	0.39			X	
Soldar tubos y mallas				X		0.00	6	2.01			X	

Tabla 31.

*Sipoc del subproceso del soldado 2*

Caracterización de proceso				Código:
				Versión:
				Emisión:
NOMBRE DEL PROCESO: SOLDADO 2		RESPONSABLE DEL PROCESO:		
OBJETIVO: GENERAR CANASTAS				
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Cortado	Varillas cortadas	Transportar mallas dobladas	Canasta desarmable	Cliente externo
Pulido	Tubos pulidos	Transportar varilla de refuerzo		
Perforado	Tubos perforados	Soldar varilla de refuerzo en malla		
Doblado	Mallas dobladas	Transportar tubos perforados		
		Transportar tubos de media		
		Colocar tubos en la matriz		
		Soldar tubos		
		Colocar tubos y mallas en la matriz		
		Soldar tubos y mallas		



### 3.7. Tiempos de ciclo actuales

SUBPROCESO	Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (min)
Cortado	1	Set up de matriz	0.06	0.056
	2	Transportar perfil a cortar	0.12	0.18
	3	Cortar perfil	0.11	0.29
	4	Apilar perfil cortado	0.16	0.46
Soldado 1	5	Transportar perfiles cortados	0.28	0.73
	6	Colocar perfiles en la matriz	2.79	3.53
	7	Soldado de malla	2.29	5.81
	8	Retirar y apilar mallas soldadas	0.27	6.08
Pulido	9	Transportar tubo a pulir	0.50	6.58
	10	Pulir tubo	5.30	11.88
	11	Apilar tubos pulidos	1.42	13.30
Perforado	12	Transportar tubo a perforar	0.58	13.88
	13	Perforar	0.76	14.64
	14	Apilar tubo perforado	0.34	14.98
Refilado	15	Transportar malla a refilar	0.16	15.13
	16	Refilar malla	5.43	20.56
	17	Apilar malla refilada	0.45	21.01
Doblado	18	Transportar mallas	0.38	21.40
	19	Colocar mallas en matriz	0.31	21.70
	20	Doblar malla	0.29	21.99
	21	Apilar mallas dobladas	0.16	22.16
Soldado 2	22	Transportar mallas dobladas	0.34	22.50
	23	Transportar varilla de refuerzo	0.18	22.67
	24	Soldar varilla de refuerzo en malla	2.28	24.95
	25	Transportar tubos perforados	0.17	25.12
	26	Transportar tubos de media	0.19	25.31
	27	Colocar tubos en la matriz	2.34	27.65
	28	Soldar tubos	0.51	28.16
	29	Colocar tubos y mallas en la matriz	0.39	28.56
	30	Soldar tubos y mallas	2.01	30.56

Figura 30. Toma de tiempos general por exhibidor

Se realizó una toma de tiempos en la fábrica de exhibidores, en la cual se pueden observar los resultados en la figura 30.

También se pudo determinar que para la elaboración de un exhibidor de seis canastas desarmable el tiempo de ciclo es de 31 minutos.

Posterior a la toma de tiempos, se realizó un diagrama de Pareto para verificar que actividad fue la que más representa, obteniendo los siguientes resultados.

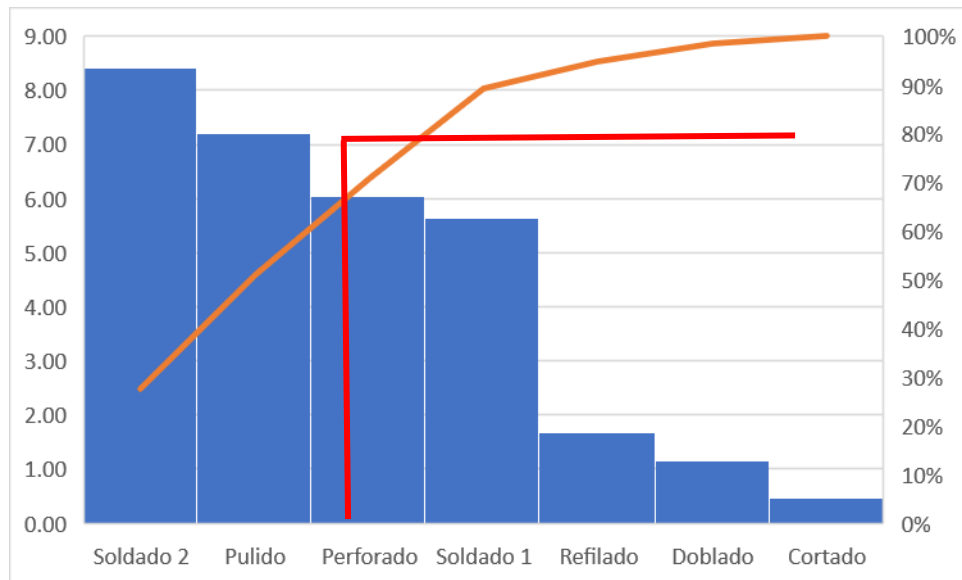


Figura 31. Diagrama de Pareto tiempos subprocesos

Dentro de los siete subprocesos, tres son los más representativos y son los que más toman tiempo en la elaboración de los exhibidores desarmables de seis canastas, para lo cual, a continuación, se representará mediante diagramas de Pareto los tres subprocesos que son más representativos que en este caso son el soldado 2, pulido y perforado.

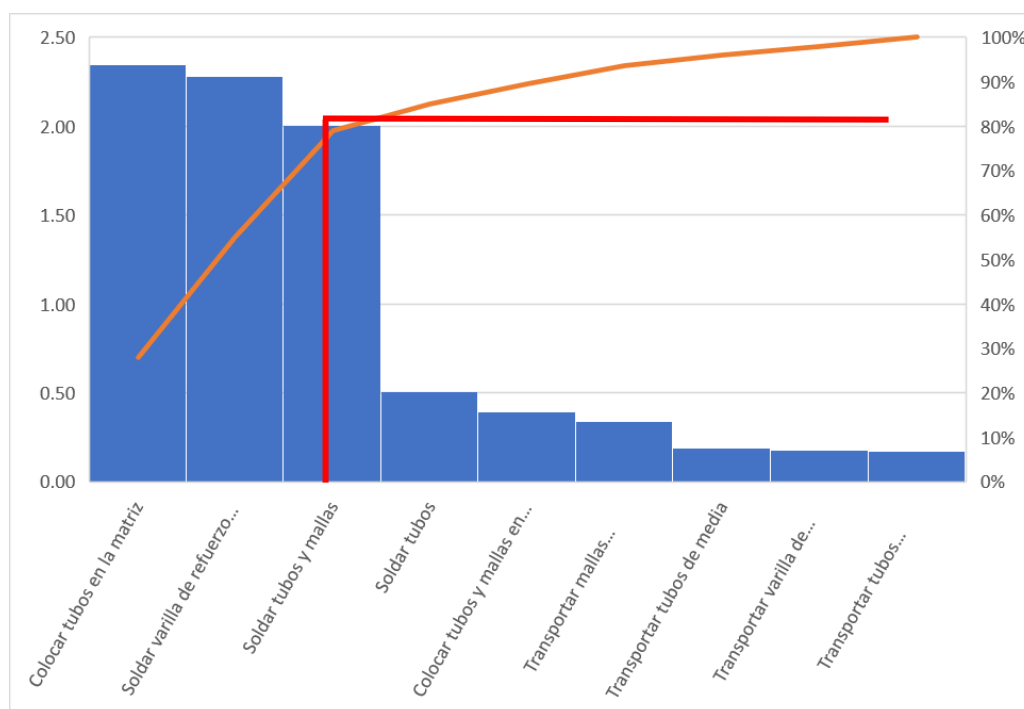


Figura 32. Pareto Tiempos más representativos soldado 2

Dentro de las actividades relacionadas con el subproceso de soldado 2 podemos encontrar 3 actividades que están generando más tiempo a la línea productiva de exhibidores las cuales se las puede apreciar en la Figura 30;

- Colocar tubos en la matriz
- Soldar varilla de refuerzo
- Soldar tubos y mallas

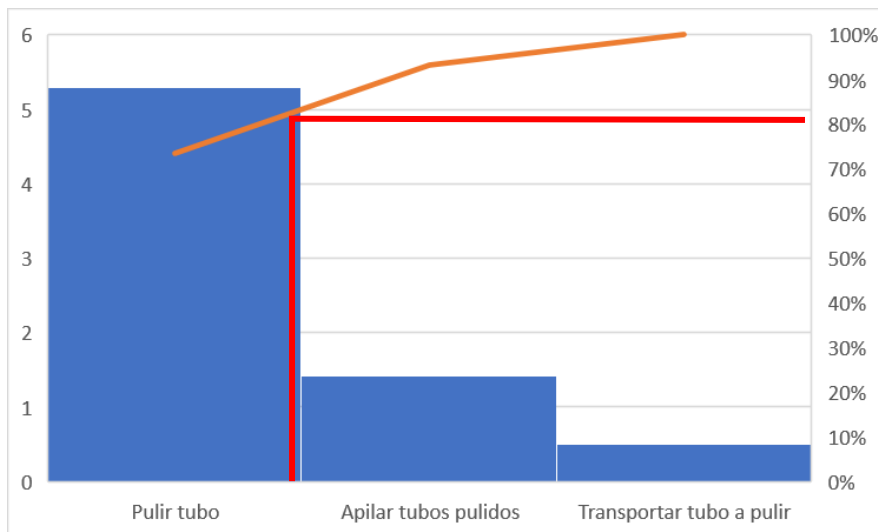


Figura 33. Pareto tiempos más representativos pulido

Por otro lado, en el subproceso de pulido las actividades que más tiempo genera es la de pulir tubos

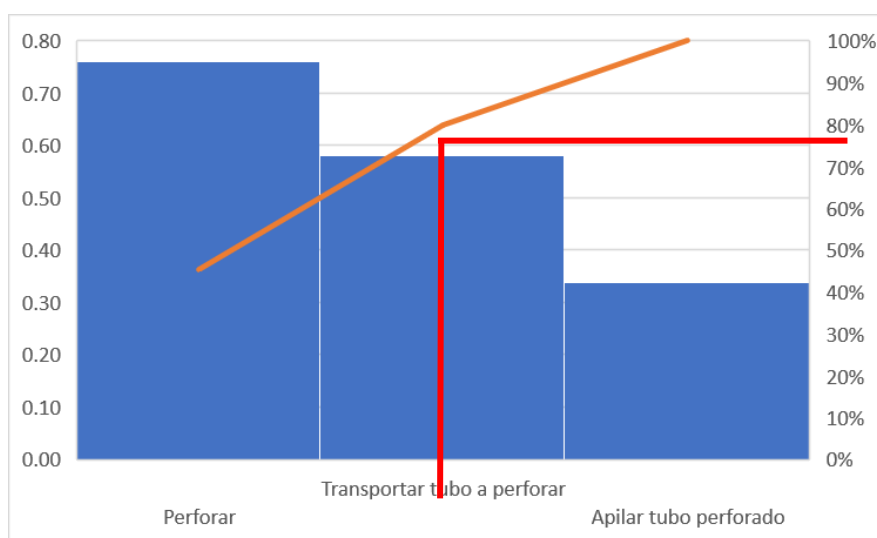


Figura 34. Pareto tiempos más representativos perforado

Y en cuanto al subproceso de perforado, las actividades que más generan tiempo son el perforado en efecto y el transporte del tubo a perforar.

### 3.8. Diagrama de spaghetti actual

De acuerdo con el diagrama de spaghetti se puede apreciar que actualmente se recorren 111 metros lineales para la fabricación de una canasta, debido a que cada exhibidor tiene seis canastas se recorre alrededor de 666 metros, lo cual representa un desperdicio inminente, siempre y cuando se haga exhibidor por exhibidor.

Ya que después del subproceso de corte las varillas y los tubos siguen dos distintos flujos, los cuales se encuentran diagramados en la figura 35.

Se ha determinado dos colores para identificar de una mejor manera cada flujo que siguen los materiales en proceso, rojo para las varillas y naranja para los tubos.

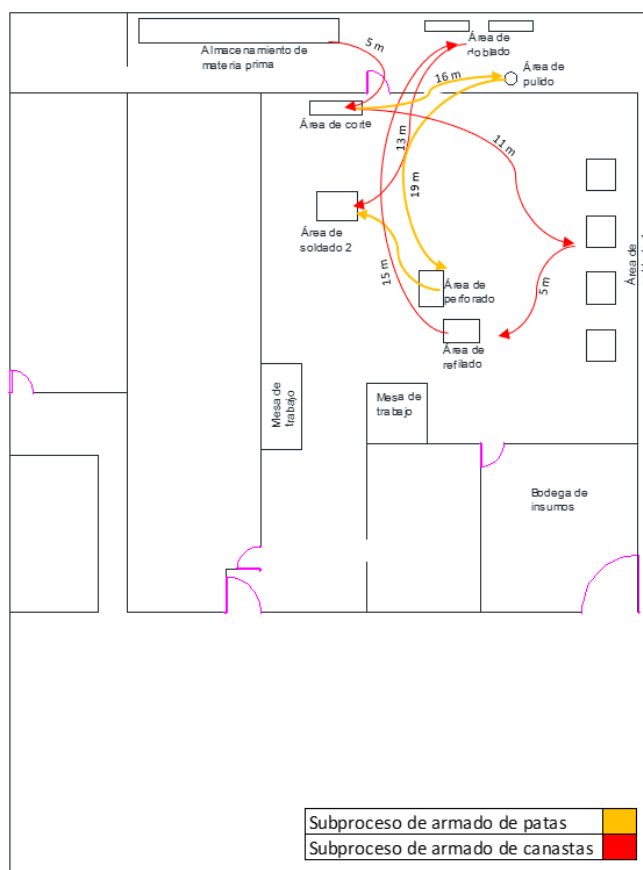


Figura 35. Diagrama de spaghetti actual

### 3.9. VSM actual

Para los siguientes estudios se tomará en cuenta los siguientes lineamientos; la jornada laboral en la empresa es de 8 horas diarias, la cual inicia a las 8:00 y finaliza a las 16:00. Los operarios disponen de 60 minutos de almuerzo y 30 minutos de descanso (15 por la mañana y 15 por la tarde), por esta razón el tiempo disponible que tienen en la empresa es de 450 minutos diarios.

#### 3.9.1. Takt time

De acuerdo con información provista por la empresa, se ha determinado la demanda que se podrá observar en la tabla 26.

Para cubrir la demanda de dichos exhibidores se emplea seis días al 80% ya que la empresa también elabora otro tipo de productos.

Tabla 32.

Demanda de exhibidores

#### Takt Time

Producto		Exhibidor de seis canastas desarmable			
Descripción		Tableros de control			
<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
	344		344		

Como se puede observar durante el primer semestre del año 2019 la demanda ha sido en dos ocasiones, una en febrero y la otra en abril, estos dos pedidos serán referidas como lotes.

Tabla 33.

Cálculo takt time

días laborales	6	Tiempo disponible	21600	seg.	<b>Demanda Mensual</b>	344
hrs. X turno	6	Demanda diaria	57		7920	
turnos	1	TAKT TIME	377	seg/pza		0
Descansos x turno (min)	0					

Ya que no se emplea el 100% del tiempo para la elaboración de estos exhibidores se ha tomado en cuenta las 6 horas que se dedican a hacer esto siendo 360 minutos dicha información se ha utilizado al momento de realizar el cálculo del takt time mediante la fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ diaria}$$

Y tomando en cuenta los días de elaboración, la demanda y el tiempo disponible se obtiene el takt time, el cual se puede observar en la tabla 25.

Tabla 34.

*Tiempo de subprocesso vs takt time*

### Análisis de balance

Operación	Operador	Descripción	Tiempo (seg)	Takt (seg)
1	A	Cortado	27	377
2	B	Soldado 1	338	377
3	C	Pulido	433	377
4	D	Perforado	101	377
5	E	Refilado	362	377
6	F	Doblado	69	377
7	G	Soldado 2	504	377

Una vez obtenido el Takt time se realizó el balanceo de cada operación para observar que operaciones representan cuellos de botella para el proceso de un exhibidor desarmable de seis canastas.

Se puede apreciar como algunos tiempos sobrepasan el takt time y, por otro lado, algunos tiempos son muy bajos lo cual quiere decir que existen algunas personas en ocio.

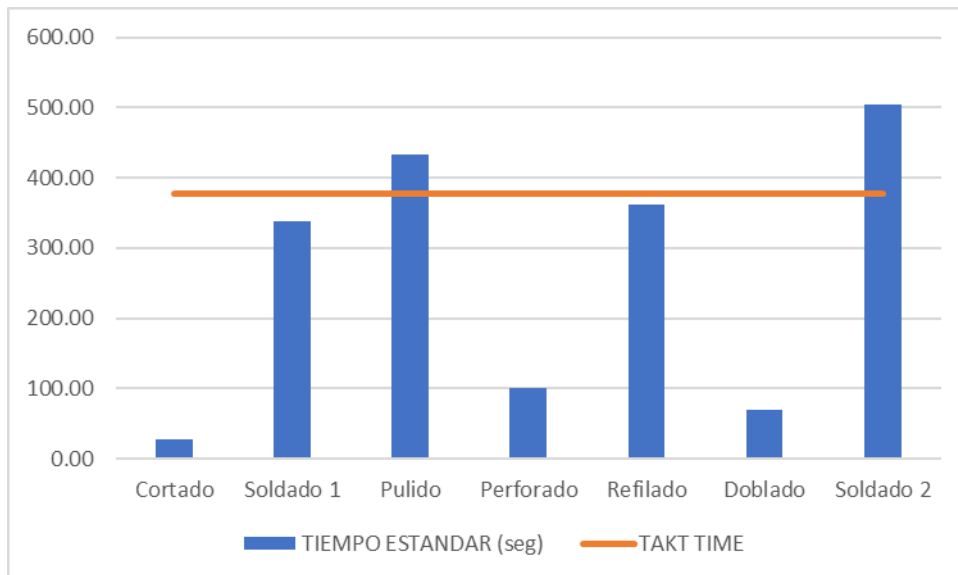


Figura 36. Takt time vs tiempo de operación

En la figura 36 se puede apreciar que el tiempo de soldado 2 y pulido sobrepasa el takt time, por lo cual se obtiene cuello de botella en estas operaciones. No obstante, el tiempo total de la fabricación de un exhibidor de seis canastas desarmable supera considerablemente el takt time, lo cual nos indica que se puede encontrar algunas oportunidades de mejora.

Por otro lado, determinaremos la capacidad del sistema

$$\text{Capacidad del sistema} = \frac{\text{Tiempo Takt}}{\text{Tiempo más lento}}$$

$$\text{Capacidad del sistema} = \frac{377 \text{ s}}{27 \text{ s}} = 14 \text{ s}$$

Actualmente la capacidad del sistema es de 14 segundos.

### 3.9.2. Balance de operadores actual

Actualmente en la fabricación de exhibidores desarmables de seis canastas se utilizan 7 operadores, uno por cada estación.

Tabla 35. Número de operadores actuales

Operación	Operador	Descripción
1	A	Cortado
2	B	Soldado 1
3	C	Pulido
4	D	Perforado
5	E	Refilado
6	F	Doblado
7	G	Soldado 2

### 3.9.3. Productividad actual

Para este cálculo se ha tomado en referencia la mano de obra, y se ha tomado en cuenta los 7 operarios que trabajan en esta línea productiva

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{Unidades\ producidas * Takt\ time}{Número\ de\ operarios * tiempo\ disponible}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{46\ u * 377\ s}{7\ personas * 21600\ s} = 11.47$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = 11\ unidades/personas$$

### 3.9.4. VSM actual

Para la elaboración del VSM se ha tomado en consideración una jornada laboral, la demanda diaria de 57 exhibidores, y los tiempos en segundos por fabricación de seis canastas que conforman un exhibidor.

Por otro lado, como existen actividades en paralelo, se las ha graficado en dos flujos continuos, por lo cual se tomará en cuenta el tiempo más representativo de dichas actividades.

Este diagrama nos indicará determinadas oportunidades de mejora que se podrán encontrar en la línea de fabricación de exhibidores desarmables de seis canastas.





### 3.10. Software Flexsim

#### 3.10.1. Simulación actual

En la simulación se tomará en cuenta el proceso actual, con los tiempos actuales de procesamiento y las distancias que se mantienen actualmente en la empresa, cabe recalcar que los tiempos simulados en el software Flexsim son tiempos por exhibidor y el tiempo de transporte se refleja en el operario. El layout se encuentra graficado de acuerdo a la distribución actual de la empresa.

Se definirá tres colores para la simulación:

- Rojo para los tubos
- Verde para las varillas
- Azul para el producto terminado

Actualmente se puede observar algunos cuellos de botella en la etapa entre el cortado y soldado 1



Figura 38. Simulación actual Flexsim

De acuerdo con la simulación actual se puede apreciar la cantidad de movimientos por parte de los operarios que incrementan el tiempo de procesamiento para los exhibidores.



Figura 39. Simulación actual Flexsim ejecutado

El proceso para la fabricación de exhibidores consiste en siete etapas, las cuales son: cortado, soldado 1, pulido, perforado, refilado, doblado, soldado 2. Siguiendo el flujo descrito anteriormente, se llega a la construcción de un exhibidor desarmable de seis canastas.

Se ha determinado la materia prima para la satisfacción de la demanda, pero como se puede observar solo se logran obtener 46 exhibidores diarios para los 6 días previstos, para lo cual el proceso actual no satisface la demanda diaria propuesta de 57 exhibidores.

Por otro lado, el porcentaje de procesamiento del sistema es de 73.8% lo cual nos indica que este proceso se puede mejorar para satisfacer la demanda, y tener una mayor capacidad de producción.

### 3.10.2. Análisis de datos

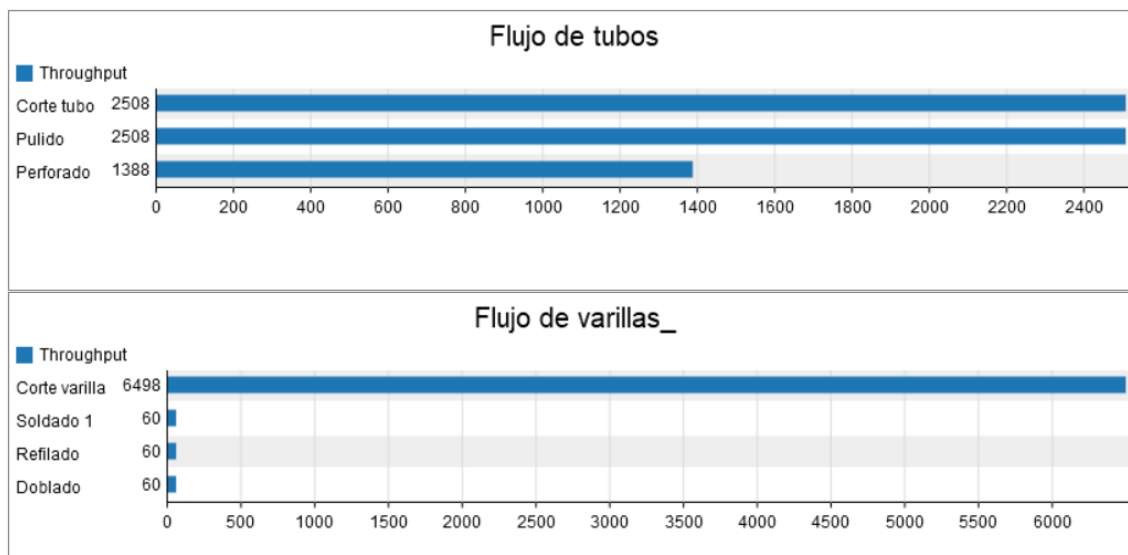


Figura 40. Flujos de material en unidades actual

En la figura 39 se puede apreciar las salidas de material por cada subproceso, tanto para el flujo de varillas como para el flujo de tubos. La barra azul representa el número de unidades elaboradas. La más representativa en esta etapa es la del corte de tubos al igual que el pulido de tubos, por otro lado, en el flujo de varillas las más representativa es la etapa del corte.

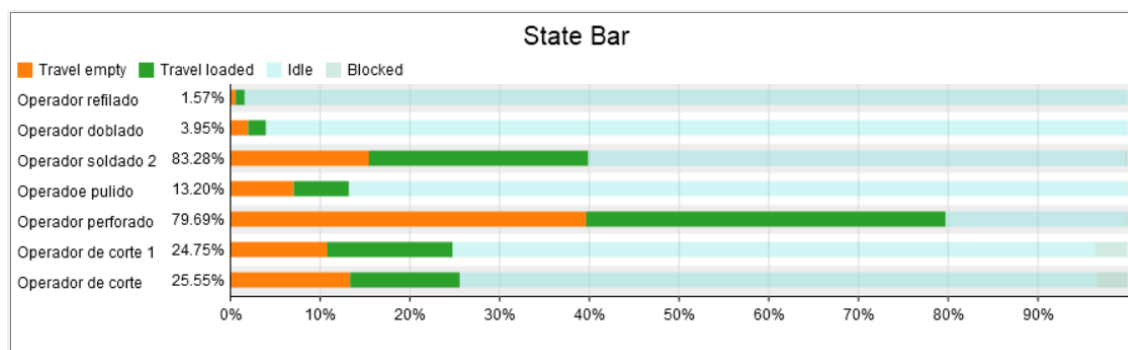
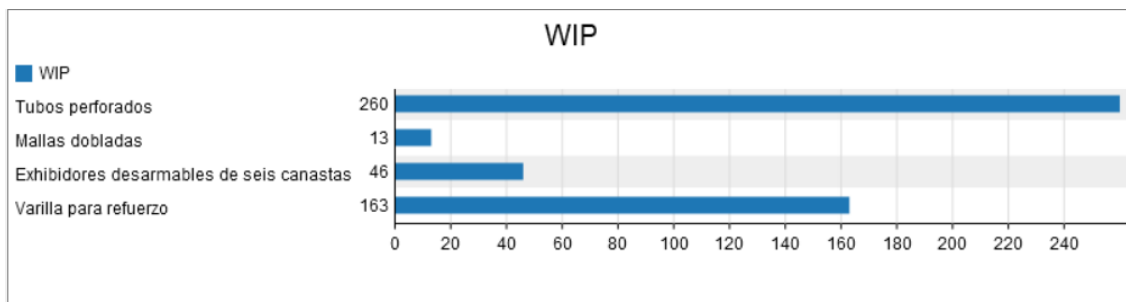


Figura 41. Movimientos actuales

En la figura anterior se representa los movimientos por parte de los operarios, dentro del proceso de fabricación de exhibidores desarmables de seis canastas en la jornada laboral, se puede apreciar que alrededor de la mitad del tiempo los operadores recorren distancias sin valor agregado, generalmente estas distancias que recorren son las distancias que van a tomar el material.



*Figura 42.* WIP modelo actual

Dentro de la simulación realizada se pudo evidenciar el inventario en proceso definido en la figura 42, el cual se observa que hay un exceso de tubos perforados y varillas para refuerzo.

### 3.10.3. Análisis estadístico (Experfit)

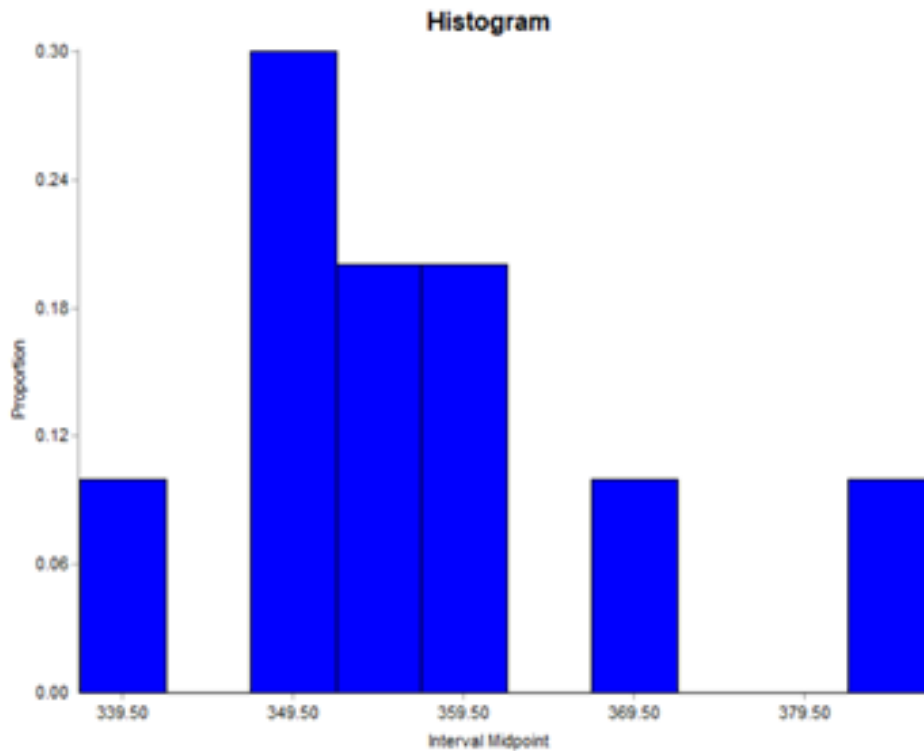
A través de la herramienta (Experfit) que ofrece el software Flexsim, es posible leer los datos y poder generar las distribuciones de frecuencias que posteriormente puedan ser ajustadas a las distribuciones de probabilidad teóricas o empíricas.

Se ha podido realizar un análisis estadístico en el cual indicará el comportamiento de los subprocesos más representativos; en este caso el Soldado 2, pulido y perforado.

Para los respectivos análisis se los ha realizado mediante la muestra (10) de la toma de tiempos actual.

Este análisis nos ayudará a observar de una manera más clara el comportamiento estadístico de los subprocesos más representativos de la fabricación de exhibidores desarmables de seis canastas, también mediante este análisis se podrán determinar a qué modelo estadístico se ajusta más cada subproceso y mejoras a la línea productiva.

- **Análisis soldado 2**



*Figura 43.* Histograma soldado 2

En la figura 42 se puede observar el análisis de datos que se realizó mediante la muestra tomada. El histograma representa la dispersión de datos en el subproceso de pulido 2.

Model	Parameters		
1 - Normal	Location	ML estimate	355.90000
	Scale	ML estimate	12.39579

*Figura 44.* Modelo estadístico soldado 2

El modelo actual del soldado 2 ha sido adaptado a un modelo estadístico normal, para de esta manera poder comparar con el mejor modelo representado a continuación.

Relative Evaluation of Candidate Models			
Model	Relative Score	Parameters	
1 - Log-Logistic(E)	95.31	Location	309.98408
		Scale	44.42432
		Shape	7.06394
2 - Pearson Type VI(E)	86.72	Location	302.20181
		Scale	20.72108
		Shape #1	77.01539
		Shape #2	30.71782
3 - Log-Laplace(E)	85.16	Location	318.20372
		Scale	35.78231
		Shape	4.13798

33 models are defined with scores between 4.69 and 95.31

---

**Absolute Evaluation of Model 1 - Log-Logistic(E)**

Evaluation: Good  
 Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.  
 See Help for more information.

---

**Additional Information about Model 1 - Log-Logistic(E)**

"Error" in the model mean  
 relative to the sample mean                      -0.00736 = 0.00%

Figura 45. Evaluación relativa del modelo actual soldado 2

En este paso se ha determinado que hay 33 distintos modelos entre los valores 4.69 y 95.31 siendo el menor el que está más cerca del valor 0 (valor mínimo) lo cual hace que ese modelo no se lo tome encuentra. Por otro lado, el valor 95.31 es el que más se acerca al valor 100 (valor máximo) lo cual es el más representativo y en este caso es un modelo logarítmico exponencial con un 95.31% de efectividad.

**Kolmogorov-Smirnov Test with Model 24 - Normal**

Sample size                    10  
Normal test statistic        0.14038  
Modified test statistic      0.44392

Note:                    The following critical values are exact.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
10	0.716	0.757	0.827	0.920	0.957
Reject?	No				

Figura 46. Kolmogorov-smirnov test soldado 2

Mediante el análisis de las muestras se puede realizar el Kolmogorov-smirnov el cual nos ayudó a definir los datos más significativos y los datos con más variabilidad. Por otro lado, en cuanto a la evaluación de la prueba logarítmico exponencial vs el modelo normal se ha determinado que no rechaza la hipótesis del modelo actual.

Flexsim Representation of Model 24 - Normal

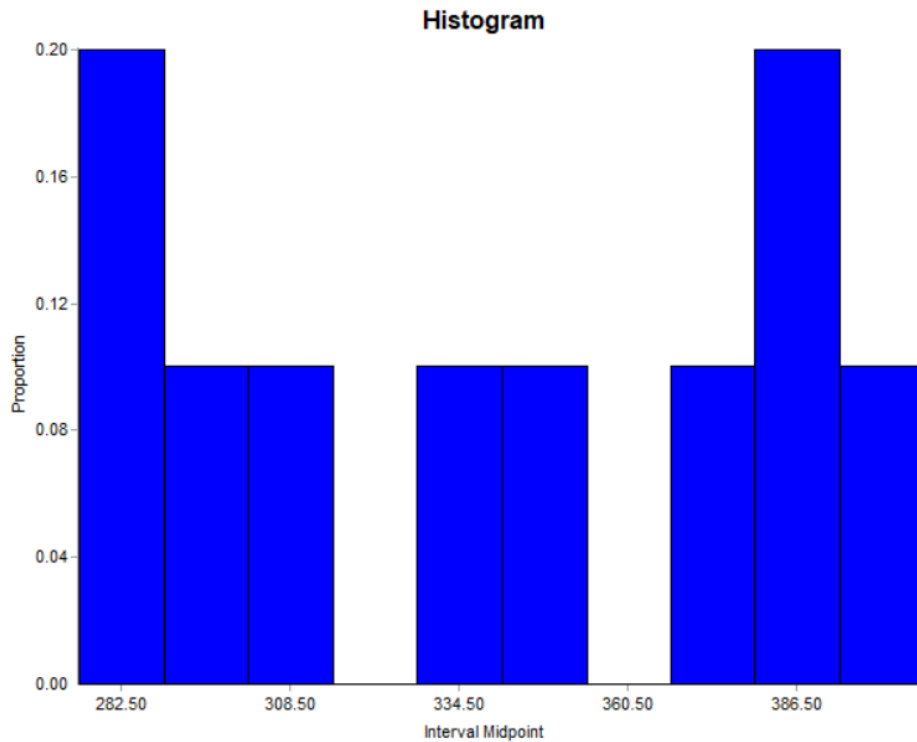
Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Normal
Mean	355.900000
Standard deviation	12.395788
When using code:	
normal( 355.900000, 12.395788, <stream>)	

Figura 47. Representación de datos en Flexsim soldado 2



- **Análisis pulido**



*Figura 48.* Histograma pulido

En esta figura se puede apreciar la dispersión de datos del subproceso de pulido, según el histograma los datos no se encuentran muy alejados por lo cual esto simula un flujo continuo, pero con altos tiempos.

Model	Parameters		
3 - Normal	Location	ML estimate	340.20000
	Scale	ML estimate	47.19652

*Figura 49.* Modelo estadístico pulido

Por otro lado, el modelo ha sido representado en una curva normal para poder observar mejor el comportamiento del subproceso.

Relative Evaluation of Candidate Models			
Model	Relative Score	Parameters	
1 - Beta	99.19	Lower endpoint	274.61428
		Upper endpoint	404.59884
		Shape #1	0.56546
		Shape #2	0.56628
2 - Johnson SB	97.58	Lower endpoint	271.31544
		Upper endpoint	406.08792
		Shape #1	-0.03311
		Shape #2	0.45999
3 - Erlang(E)	84.68	Location	0.20214
		Scale	6.66662
		Shape	51

32 models are defined with scores between 0.00 and 99.19

---

**Absolute Evaluation of Model 1 - Beta**

Evaluation: Good  
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.  
See Help for more information.

---

**Additional Information about Model 1 - Beta**

"Error" in the model mean  
relative to the sample mean                      0.64069 = 0.19%

Figura 50. Evaluación relativa modelo actual pulido

De acuerdo con la figura 50, los datos evaluados del subproceso de pulido se han determinado 32 modelos que se acoplan a este entre los valores 0 y 99.19, de los cuales primero en la lista es un modelo "Beta" con 99.19% de efectividad, siendo este el modelo que representa de mejor manera la muestra tomada.

**Kolmogorov-Smirnov Test with Model 3 - Normal**

Sample size                    10  
Normal test statistic        0.18841  
Modified test statistic      0.59580

**Note:**                    The following critical values are exact.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
10	0.716	0.757	0.827	0.920	0.957
Reject?	No				

Figura 51. Kolmogorov-smirmov test Pulido

Se ha realizado la prueba, en cuanto a la curva normal, por lo cual se ha determinado que este modelo no rechaza la hipótesis.

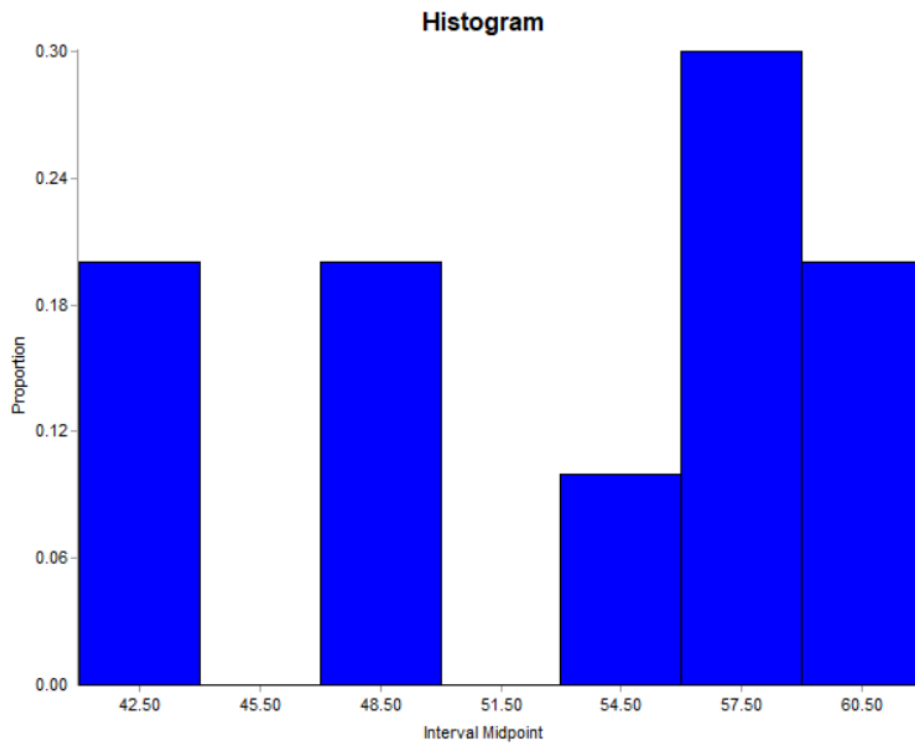
Flexsim Representation of Model 3 - Normal

Use:

<b>When using a picklist option:</b>	
Distribution	Normal
Mean	340.200000
Standard deviation	47.196516
<b>When using code:</b>	
normal( 340.200000, 47.196516, <stream>)	

Figura 52. Representación de datos en Flexsim pulido

- **Análisis perforado**



*Figura 53.* Histograma perforado

El histograma en este subproceso representa cierta variabilidad, por un lado, los tiempos se encuentran desbalanceados, y un poco dispersos

Model	Parameters		
4 - Normal	Location	ML estimate	52.00000
	Scale	ML estimate	6.94422

*Figura 54.* Modelo estadístico perforado

El modelo estadístico de este subproceso acoplado a la curva normal, esta línea de forma acampanada resulta simétrica respecto a un cierto parámetro: hay una zona media cóncava, que tiene en el centro el valor medio de la función, y dos extremos convexos que tienden a acercarse al eje X.

Relative Evaluation of Candidate Models			
Model	Relative Score	Parameters	
1 - Johnson SB	99.19	Lower endpoint	40.55456
		Upper endpoint	60.15547
		Shape #1	-0.24493
		Shape #2	0.42721
2 - Beta	97.58	Lower endpoint	40.54431
		Upper endpoint	60.07703
		Shape #1	0.74866
		Shape #2	0.54575
3 - Weibull	89.52	Location	0.00000
		Scale	54.84351
		Shape	9.93256

32 models are defined with scores between 0.00 and 99.19

---

**Absolute Evaluation of Model 1 - Johnson SB**

Evaluation: Good  
 Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.  
 See Help for more information.

---

**Additional Information about Model 1 - Johnson SB**

"Error" in the model mean  
 relative to the sample mean                      0.11491 = 0.22%

Figura 55. Evaluación relativa modelo actual perforado

La mejor representación estadística de este subproceso es una curva Johnson SB con un 99.19%. El modelo es bueno sin embargo hay como mejorarlo.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 4 - Normal					
Sample size	10				
Normal test statistic	0.21770				
Modified test statistic	0.68842				
Note:	The following critical values are exact.				
Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
10	0.716	0.757	0.827	0.920	0.957
Reject?	No				

Figura 56. Kolmogorov-smirnov test perforado

Durante el análisis de la curva Johnson SB vs la curva normal no rechaza la hipótesis, por lo cual no es la primera, pero si puede acoplarse al modelo.

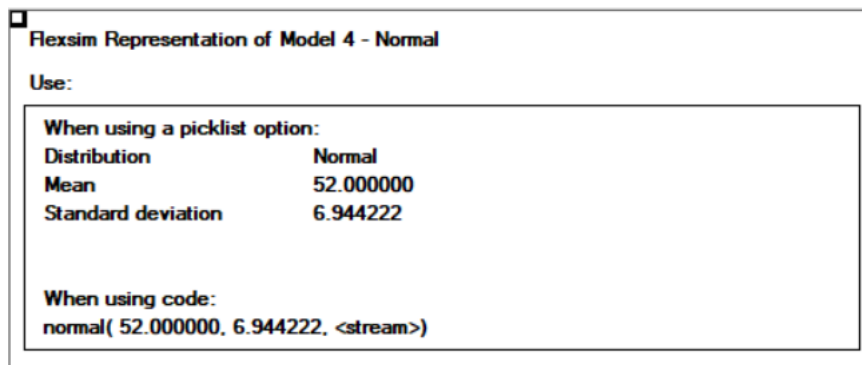


Figura 57. Representación de datos en Flexsim perforado

Aquí se representan los datos que se utilizaron en el software Flexsim.

### 3.11. Análisis de causa raíz

El diagrama de Ishikawa ayuda a determinar actividades críticas dentro del proceso esta etapa se procederá a identificar mediante un diagrama de Ishikawa la gran mayoría de los factores que causan el problema de la empresa que se ha definido como “Muchos desperdicios en la empresa”.

#### 3.11.1. Ishikawa

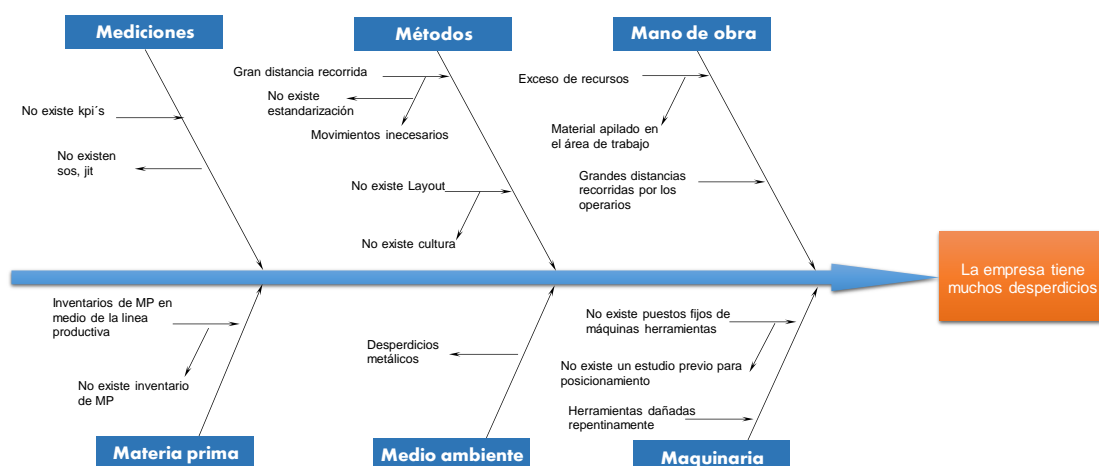


Figura 58. Diagrama de Ishikawa

Mediante el diagrama de Ishikawa se ha determinado algunos de los desperdicios que no agregan valor a la fabricación de los exhibidores, los cuales generan tiempo en la fabricación de los exhibidores.

### 3.11.2. Metodología 5 por qué's

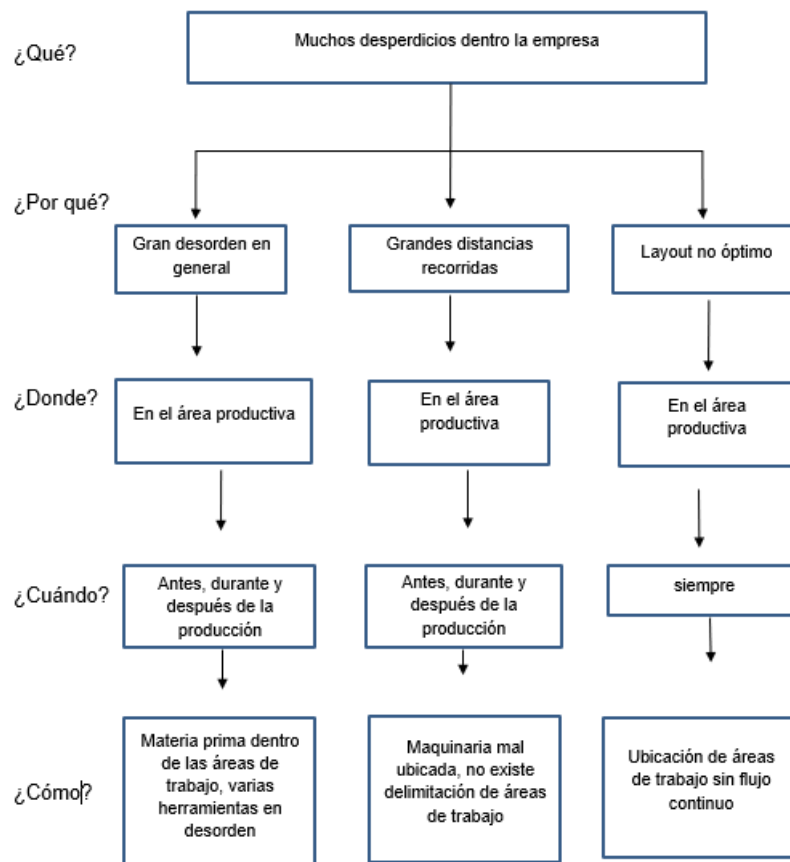


Figura 59. 5 por qué's

Mediante esta herramienta se ha determinado que no existe una cultura de 5's para mantener un orden y limpieza en el área productiva. Por otro lado, no existe estandarización de trabajo, y no existe delimitaciones de área, debido a todo esto se genera un aumento de tiempo en el sistema productivo.

### 3.12. Hallazgos

Actualmente en la empresa se logró encontrar algunas mudas, las cuales fueron: Sobreproducción, inventarios, tiempos. Determinados de la situación actual de la empresa los cuales, al realizar los respectivos diagramas de procesos, (diagrama de Pareto y el diagrama de causa-efecto) se ha podido determinar

que gran cantidad de los desperdicios dentro de la empresa son por excesivas distancias que recorren los operarios, falta de implementación de 5's, falta de trabajo estandarizado.

Por otro lado, se ha observado que la empresa no utiliza señalética adecuada y esto causa un conflicto entre las rutas de los colaboradores, además, no existe una metodología que permita a los colaboradores mantener las herramientas en su respectivo lugar. También se encuentra materia prima, inventarios a lo largo del proceso productivo, por lo cual generan tiempos adicionales al proceso.

#### **4. CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA**

Después del análisis de datos se procederá a aplicar herramientas (5's, trabajo estandarizado, rediseño de layout), las cuales nos ayudarán a generar una propuesta de mejora en este capítulo.

En este capítulo se podrá observar un notable cambio en cuanto a transportes, distancias recorridas, productividad, entre otras.

A través de un rediseño de layout de cada estación, se logrará estandarizar los puestos de trabajo, conjuntamente con esto se aplicará las 5's para mantener el orden y que se mantenga en el tiempo, la aplicación de estos métodos llevará a la obtención de beneficios dentro de los cuales contemplan una reducción de tiempos de respuesta, aumento de eficiencia, eficacia y productividad, por otro lado, la empresa generará ahorros productivos y esta se volverá más rentable.

##### **4.1. Plan de mejoras**

Tabla 36.

*Plan de mejoras*



Número	Área	Descripción Oportunidad	Estrategia	Muda	Herramienta o Iniciativa	Objetivo
1	Corte	Rediseño en Rutas de transporte / 5's / trabajo estandarizado	Maximizar aprovechamiento de los recursos.	Transporte / limpieza / tiempo	Rediseño de layout / 5's/ hojas de trabajo estandarizado	Reducir los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, mantener orden, limpieza y disciplina en cada estación de trabajo.
2	Soldado 1	Rediseño en Rutas de transporte / 5's / trabajo estandarizado	Maximizar aprovechamiento de los recursos.	Transporte / limpieza / orden	Rediseño de layout / 5's/ hojas de trabajo estandarizado	Reducir los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, mantener orden, limpieza y disciplina en cada estación de trabajo.
3	Pulido	Rediseño en Rutas de transporte / 5's / trabajo estandarizado	Maximizar aprovechamiento de los recursos.	Transporte / orden / limpieza	Rediseño de layout / 5's/ hojas de trabajo estandarizado	Reducir los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, mantener orden, limpieza y disciplina en cada estación de trabajo.
4	Refilado	Rediseño en Rutas de transporte / 5's / trabajo estandarizado	Maximizar aprovechamiento de los recursos.	Transporte / orden / limpieza	Rediseño de layout / 5's/ hojas de trabajo estandarizado	Reducir los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, mantener orden, limpieza y disciplina en cada estación de trabajo.
5	Doblado	Rediseño en Rutas de transporte / 5's / trabajo estandarizado	Maximizar aprovechamiento de los recursos.	Transporte / orden / limpieza	Rediseño de layout / 5's/ hojas de trabajo estandarizado	Reducir los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, mantener orden, limpieza y disciplina en cada estación de trabajo.
6	Soldado 2	Rediseño en Rutas de transporte / 5's / trabajo estandarizado	Maximizar aprovechamiento de los recursos.	Transporte / orden / limpieza	Rediseño de layout / 5's/ hojas de trabajo estandarizado	Reducir los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, mantener orden, limpieza y disciplina en cada estación de trabajo.

El plan de mejoras abarca tres puntos importantes los cuales son:

- Rediseños de rutas
- 5's
- Trabajo estandarizado

Dentro de los subprocesos analizados, se ha observado que se presenta una gran cantidad de movimientos dentro de la fabricación de exhibidores desarmables de seis canastas, por lo cual genera bastantes movimientos dentro de la planta y esto afecta notablemente a la productividad de la empresa.

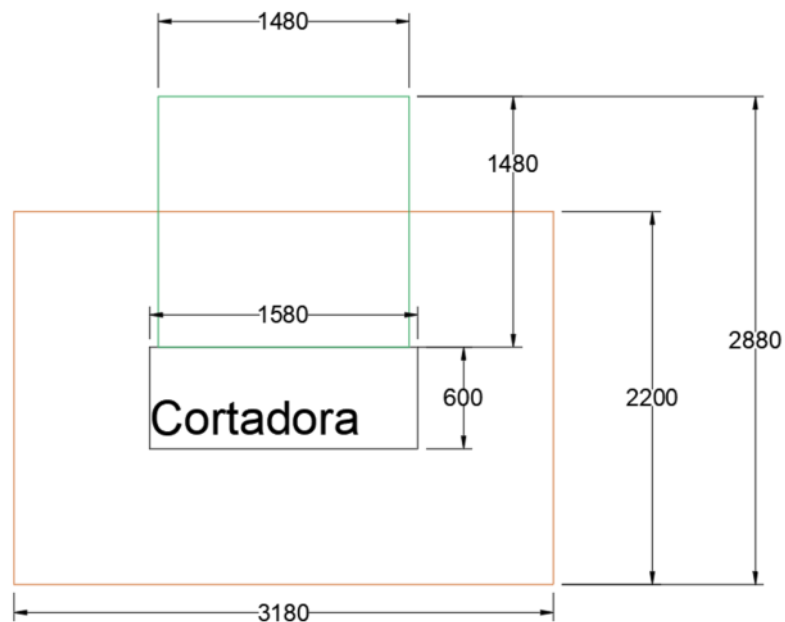
#### 4.2. Estandarización de puestos de trabajo

Para estructurar las dimensiones adecuadas de los puestos de trabajo, se ha basado en el decreto ejecutivo 2393 para el diseño adecuado de cada puesto de trabajo, se ha realizado uno por cada puesto, con las máquinas-herramientas que dispone la empresa, y con las dimensiones de la maquinaria actual.

También se ha determinado, el espacio de trabajo para cada colaborador que es de 2 m<sup>2</sup> para su libre movimiento.

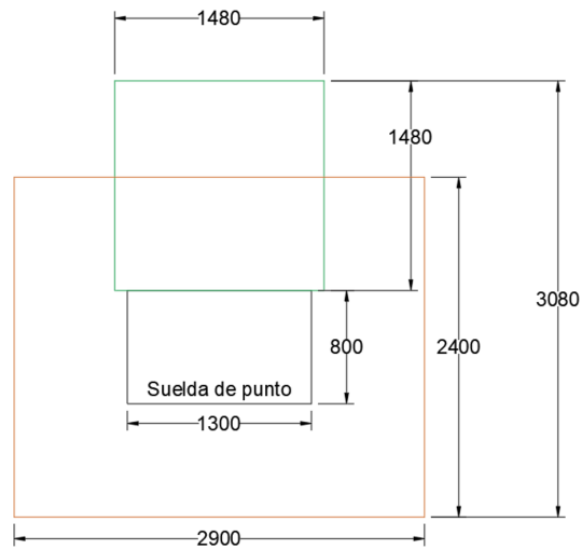
Los planos a continuación están definidos en tres colores:

- Negro para máquinas herramientas
- Naranja para área de máquinas herramientas
- Verde para libre circulación del operario



*Figura 60.* Área estandarizada de corte

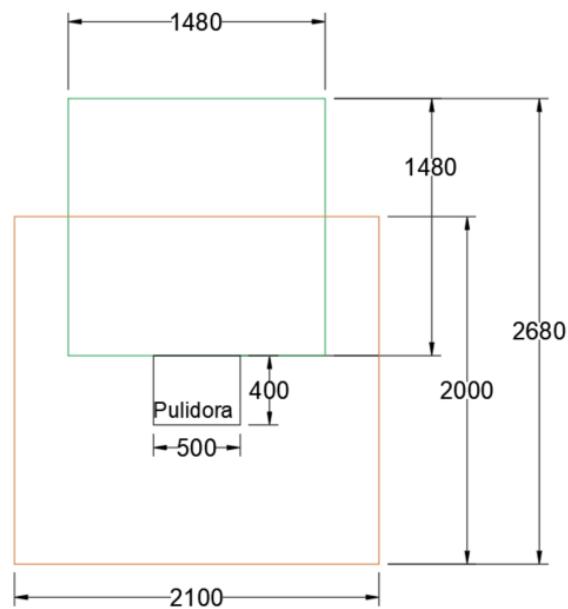
Se ha tomado en cuenta las medidas actuales de la cortadora que utilizan actualmente, y se ha añadido 800 mm, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina. Por lo cual para esta estación se requiere un área de 2880 X 3180 mm.



*Figura 61.* Área estandarizada de soldado 1

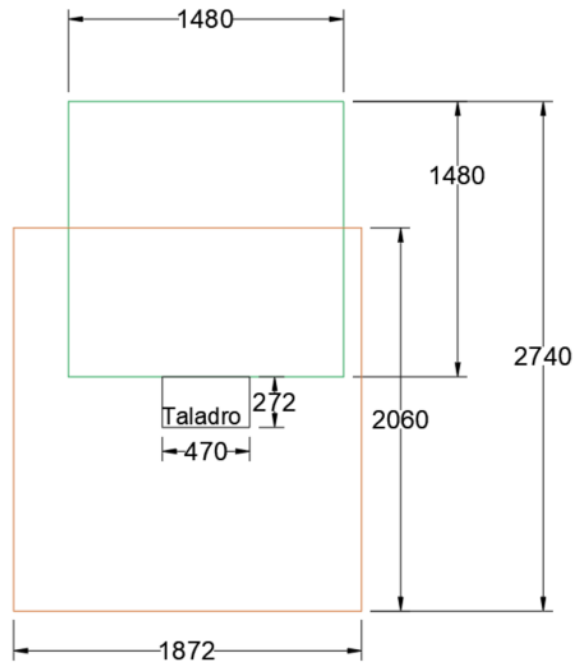
De igual manera el área de soldado 1 se ha delimitado de acuerdo con los parámetros definidos y en este caso se lo ha realizado para una máquina.

Esta estación de trabajo requiere un área de 3080 x 2900 mm.



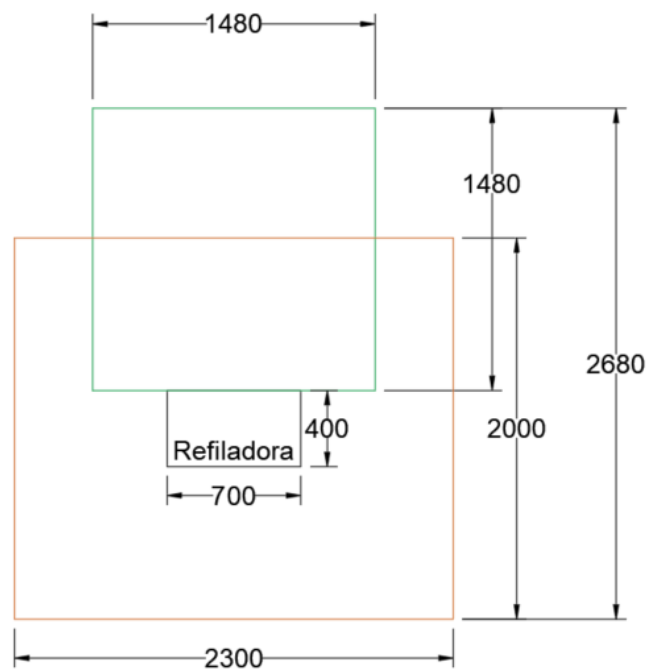
*Figura 62.* Área estandarizada de pulido

Para el área de pulido de igual manera se ha realizado la distribución de acuerdo con los parámetros del decreto ejecutivo 2393, y se ha determinado que el área para esta estación de trabajo es de 2680 x 2100 mm.



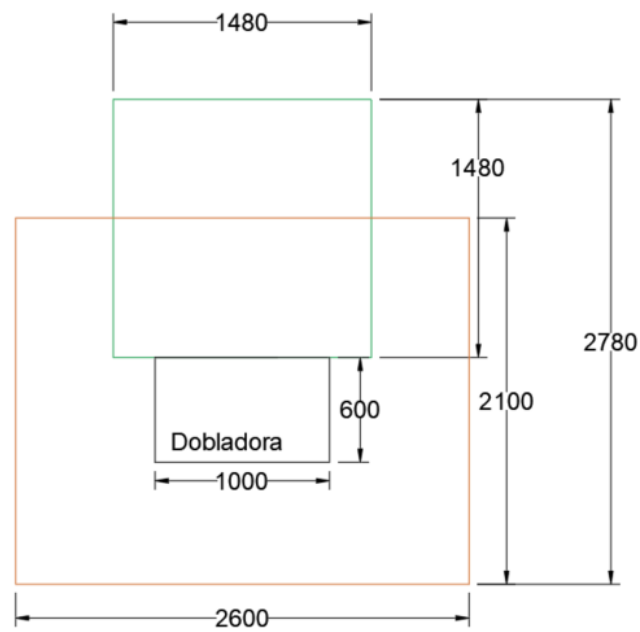
*Figura 63.* Área estandarizada de perforado

Para la etapa de perforado se requiere un área de 2740 x 1872 mm.



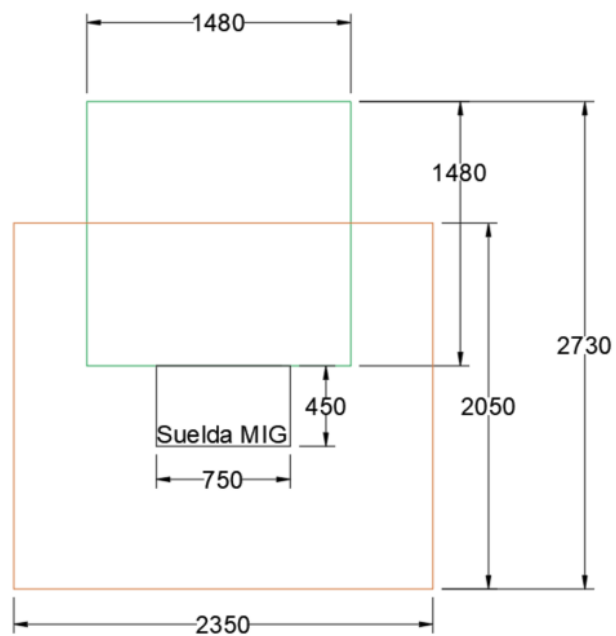
*Figura 64.* Área estandarizada de refilado

Para la etapa de perforado se requiere un área de 2680 x 2300 mm.



*Figura 65.* Área estandarizada de doblado

Para la etapa de perforado se requiere un área de 2780 x 2600 mm.



*Figura 66.* Área estandarizada de soldado 2

Para la etapa de perforado se requiere un área de 2730 x 2350 mm.

### 4.3. Gráfica de relaciones

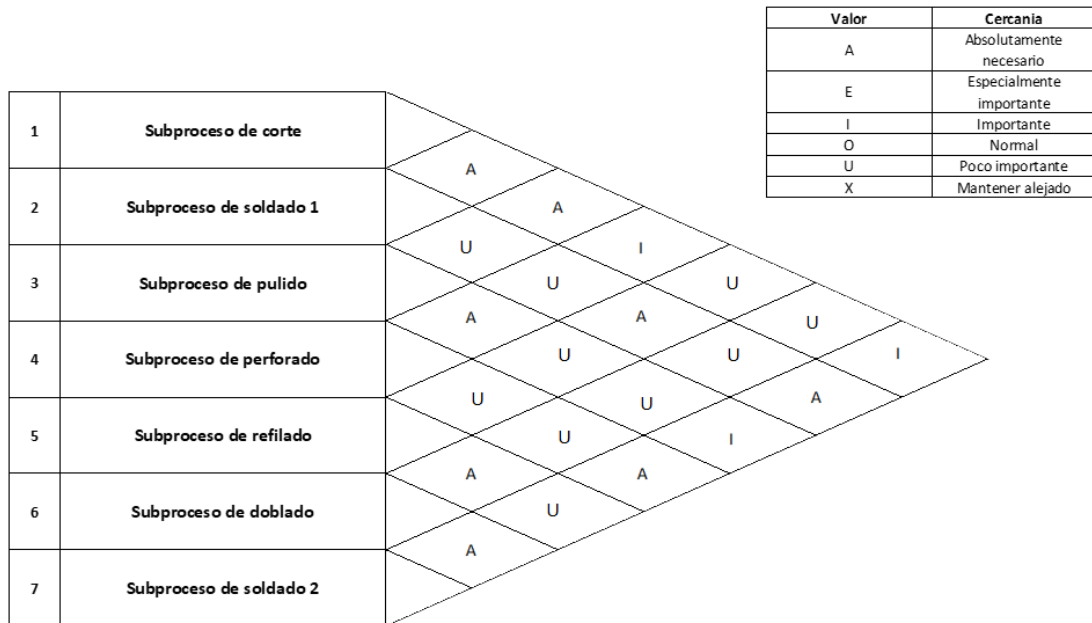


Figura 67. Gráfica de relaciones

En la figura anterior se ha realizado la matriz para determinar que puestos de trabajo deberían estar cerca unos de otros.

Tabla 37.

Tabla de diagrama de relaciones

N	ACTIVIDAD	A	E	I	O	U
1	<b>Subproceso de corte</b>	2, 3	-	4, 7	-	5, 6
2	<b>Subproceso de soldado 1</b>	5, 7	-	-	-	3, 4, 6
3	<b>Subproceso de pulido</b>	1, 4	-	7	-	5, 6
4	<b>Subproceso de perforado</b>	3, 7	-	-	-	5, 6
5	<b>Subproceso de refilado</b>	6, 2	-	-	-	7
6	<b>Subproceso de doblado</b>	7	-	-	-	-
7	<b>Subproceso de soldado 2</b>	2, 4, 6	-	-	-	-

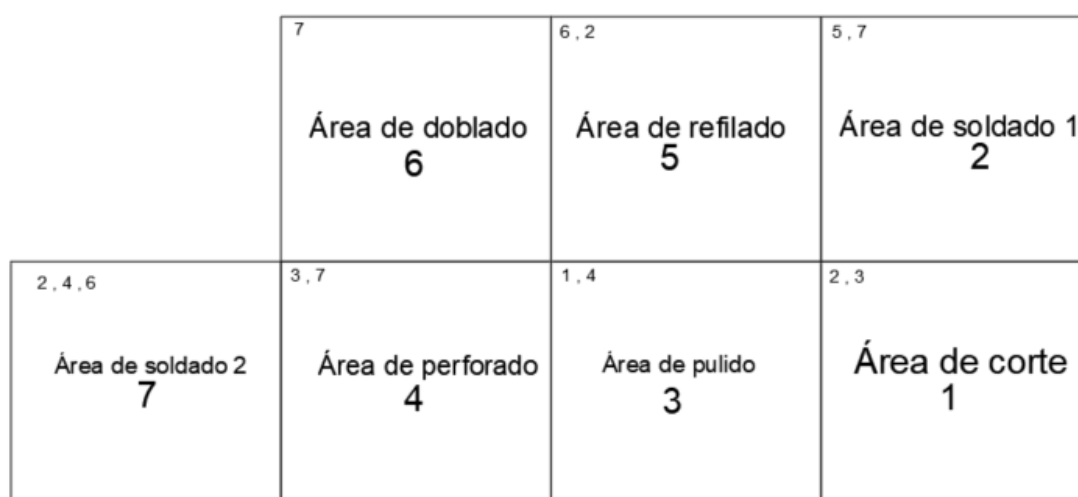


Figura 68. Diagrama adimensional de bloques

Mediante el diagrama adimensional de bloques se ha realizado contemplar la mejor distribución de espacios y co-relaciones entre las áreas más importantes para el proceso de fabricación de exhibidor desarmable de seis canastas.

#### 4.4. Propuesta de implementación 5´s

Como nos dice la Asociación, Española de Normalización y Certificación (AENOR), and Consulting Renault “La utilización de la técnica 5S es el primer paso para conseguir una gestión de la producción adecuada. Como parte de esto, es necesario que los puestos de trabajo estén estandarizados.” Se deberá estandarizar los puestos de trabajo para lograr una mejor producción.

Para la mejor práctica en la empresa Publiempack, se deberá realizar el plan de implementación 5´s detallado en los siguientes puntos:

- **Estandarización de estaciones de trabajo**

De acuerdo con el nuevo layout, se debe delimitar las respectivas áreas de trabajo mediante señalética adecuada, y rotulación. Por otro lado, hay que capacitar al personal que deberá mantenerse al día en sus actividades y respetar dichos cambios.

- **Señalética de herramientas y máquinas herramientas**

Implementar lugares específicos en el que se encontrarán las herramientas y máquinas herramientas, del mismo modo en ciertos procesos como el soldado se deberá colocar extractores de humo para salvaguardar el bienestar de los colaboradores.

Por otro lado, se deberá realizar la señalética adecuada para que cada activo permanezca en su ubicación.

Se deberá marcar las respectivas áreas de trabajo mediante cinta de seguridad, delimitando las áreas.

- **Reubicar, organizar y clasificar área de insumos**

De acuerdo con el layout propuesto el área de insumos se deberá transferir a otra ubicación en la planta la cual no afectará la infraestructura de esta, por otro lado, se deberá implementar señalética y un formato de orden en el lugar.

- **Auditorías de 5's**

Se realizará auditorías internas a cargo de personal interno ajeno al proceso que se está haciendo la auditoría.

La persona encargada de realizar la auditoría debe contar con la pertinente formación para ello. (ISO 9001)

Se debe asegurar que la persona encargada de la auditoría conoce la legislación al respecto y que los requisitos han sido comunicados a todos los miembros y que éstos últimos los estén cumpliendo.

El equipo encargado de llevar a cabo la gestión debe ejercer su papel de líder a la hora de marcar objetivos, normas y lograr el cumplimiento de ellos.

Se ha de conseguir involucración por parte de la fuerza de trabajo para que gracias a ello se pueda evaluar la eficacia del sistema y comprobar si la formación y conocimiento de éste es la adecuada.

Tener controlado que se realiza una evaluación continua de los riesgos y de que éstos son gestionados de forma adecuada buscando poder mitigarlos.



Se debe comprobar que existe una fluidez de comunicación en todos los sentidos, permitiendo el flujo de información y retroalimentación de arriba abajo, entre la propia alta Dirección y los empleados, así como también con las partes interesadas.

Se debe asegurar que se busca la mejora continua.

Garantizar los procedimientos de acciones correctivas. trimestralmente para verificar que se estén cumpliendo las nuevas normas dispuestas por la empresa. A continuación, se ejemplificará una auditoría con sus respectivos pasos para la realización correcta de esta y con los formatos establecidos.

Por otro lado, los indicadores que se utilizarán serán en base a las 5's (Clasificar, ordenar, limpieza, estandarizar, disciplina).

#### **4.5. Trabajo estandarizado**

En este punto se procederá a realizar las hojas de trabajo estandarizado que se deberán implementar en la empresa para una mejor producción y tener controles antes durante y después de cada subproceso de la fabricación de exhibidores de seis canastas.

Cada hoja de trabajo cuenta con una secuencia de pasos a seguir para la elaboración de los exhibidores desarmables de seis canastas.


Tabla 38.

*JES de corte*

**HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO**

<b>S I M B O L O</b>	<b>Equipo de trabajo:</b>		<b>Nombre de la Operación</b>		<b>Fecha:</b> 11/1/2019
	<b>S E Q</b>	Ubicación: Taller de producción	<b>CORTADO</b>		<b>Realizada por:</b> José Torres T.
<b>#</b>	<b>Nº Elemento</b>	<b>Nombre del Elemento</b>	<b>Simbolo:</b>	Operación <input type="radio"/> Transportes <input checked="" type="radio"/> Inventarios <input type="radio"/> Demoras <input type="radio"/>	
			<b>Leyenda:</b> Desplazamiento _____ Retorno al punto inicial - - - - -		
○	1	PP-PC-01	Set up de matriz	0.00	
⇨	2	PP-PC-02	Transportar perfil a cortar	0.00	
○	3	PP-PC-03	Cortar perfil	0.11	
▽	4	PP-PC-04	Apilar perfil cortado	0.16	
		PP-PC-05		0.00	
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera				0.3	0.09
Tiempo Total de Ciclo (MIN.)				0.42	

**DIAGRAMA DE TRABAJO**



Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/1/2019	1	Emisión de Hoja

Tabla 39.

*JES para soldado 1*

**HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO**

<b>S I M B O L O</b>	<b>Equipo de trabajo:</b>		<b>Nombre de la Operación</b>		<b>Fecha:</b> 11/1/2019
	<b>S E Q</b>	Ubicación: Taller de producción	<b>SOLDADO 1</b>		<b>Realizada por:</b> José Torres T.
<b>#</b>	<b>Nº Elemento</b>	<b>Nombre del Elemento</b>	<b>Simbolo:</b>	Operación <input type="radio"/> Transportes <input checked="" type="radio"/> Inventarios <input type="radio"/> Demoras <input type="radio"/>	
			<b>Leyenda:</b> Desplazamiento _____ Retorno al punto inicial - - - - -		
⇨	1	PP-PT-01	Transportar perfiles cortados	0.1	
○	2	PP-PT-02	Colocar perfiles en la matriz	2.8	
○	3	PP-PT-03	Soldado de malla	2.3	
▽	4	PP-PT-04	Retirar y apilar mallas soldadas	0.3	
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera				5.4	0.0
Tiempo Total de Ciclo (MIN.)				5.44256607	

**DIAGRAMA DE TRABAJO**



Trazado por medio de matriz

Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/1/2019	1	Emisión de Hoja

Tabla 40.

JES para pulido

S I M B O L O		EQUIPO DE TRABAJO:		Nombre de la Operación		Fecha:
SE		Ubicación: Taller de producción		PULIDO		Realizada por:
#		Nº Elemento	Nombre del Elemento	Exhibidor	Simbolo:	Inventarios
				0.00	Operación	Demoras
				0.10	Transportes	D
				0.08	Desplazamiento	Retorno al punto inicial
				0.06	-----	
				0.06	-----	
				3.08	-----	
				0.68	-----	
				3.90	-----	
				0.10	-----	
				4.00	-----	
1	PP-PD-01	Transportar tubo a pulir	0.00	0.10		
2	PP-PD-02	Colocar tubos en matriz	0.08	0.00		
3	PP-PD-03	Sellar matriz	0.06	0.00		
4	PP-PD-04	Pulir tubos	3.08	0.00		
5	PP-PD-05	Apilar tubos	0.68			
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera				3.90	0.10	
Tiempo Total de Ciclo (MIN.)				4.00		

Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/1/2019	1	Emisión de Hoja

**DIAGRAMA DE TRABAJO**




Tabla 41.

JES para perforado

S I M B O L O		EQUIPO DE TRABAJO:		Nombre de la Operación		Fecha:
SE		Ubicación: Taller de producción		PERFORADO		Realizada por:
#		Nº Elemento	Nombre del Elemento	Exhibidor	Simbolo:	Inventarios
				0.00	Operación	Demoras
				0.10	Transportes	D
				0.08	Desplazamiento	Retorno al punto inicial
				0.06	-----	
				0.06	-----	
				0.50	-----	
				0.30	-----	
				0.9	-----	
				1.04	-----	
1	PP-PDO-01	Transportar tubo a perforar	0.00	0.10		
2	PP-PDO-02	Colocar tubos en matriz	0.08	0.00		
3	PP-PDO-03	Sellar matriz	0.06	0.00		
4	PP-PDO-04	Perforar tubos	0.50	0.00		
5	PP-PDO-05	Apilar tubos perforados	0.30			
Doblar refuerzo de puertas				0.9	0.10	
Colocar refuerzos en mesa de trabajo				1.04		

Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/1/2019	1	Emisión de Hoja

**DIAGRAMA DE TRABAJO**

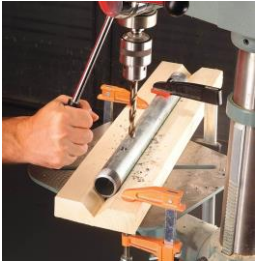


Tabla 42.

JES para refilado

S I M B O L O		EQUIPO DE TRABAJO		Nombre de la Operación				Fecha: 11/1/2019	
		Ubicación: Taller de producción		REFILADO				Realizada por: José Torres T.	
S E Q	#	Nº Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo del Elemento		Tiempo de caminar o espera		Simbolo: Operación <input type="radio"/> Transportes <input checked="" type="radio"/> Inventarios <input type="radio"/> Demoras <input type="radio"/>	
				Estándar				Leyenda: Desplazamiento <input type="checkbox"/> Retorno al punto inicial <input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="radio"/>	1	PP-PP-01	Transportar malla a refilar	0.00					
<input type="radio"/>	2	PP-PP-02	Refilar malla	1.23	0.00				
<input type="radio"/>	3	PP-PP-03	Apilar malla refilada	0.45	0.00				
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera				1.8	0.0				
Tiempo Total de Ciclo (MN.)				1.758526667					

Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/1/2019	1	Emisión de Hoja

**DIAGRAMA DE TRABAJO**



Tabla 43.

JES para doblado

S I M B O L O		EQUIPO DE TRABAJO		Nombre de la Operación				Fecha: 11/1/2019	
		Ubicación: Taller de producción		DOBLADO				Realizada por: José Torres T.	
S E Q	#	Nº Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo del Elemento		Tiempo de caminar o espera		Simbolo: Operación <input type="radio"/> Transportes <input checked="" type="radio"/> Inventarios <input type="radio"/> Demoras <input type="radio"/>	
				Estándar				Leyenda: Desplazamiento <input type="checkbox"/> Retorno al punto inicial <input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="radio"/>	1	PP-PIN-01	Transportar mallas	0.11	0.00				
<input type="radio"/>	2	PP-PIN-02	Colocar mallas en matriz	0.31	0.00				
<input type="radio"/>	3	PP-PIN-03	Doblar malla	0.29	0.00				
<input type="radio"/>	4	PP-PIN-04	Apilar mallas dobladas	0.16	0.00				
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera				0.9	0.0				
Tiempo Total de Ciclo (MN.)				0.87					

Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/1/2019	1	Emisión de Hoja

**DIAGRAMA DE TRABAJO**



Tabla 44.

JES para soldado 2

S I M B O L O		E Q U I P O		N O M B R E		D E T A L E S		
<b>Equipo de trabajo:</b> Ubicación: Taller de producción				<b>Nombre de la Operación:</b> SOLDADO 2				Fecha: 11/12/2019 Realizado por: José Torres T.
		<b>Nº Elemento</b>		<b>Nombre del Elemento</b>		Simbolo: Operación ○ Transportes ⇨ Inventarios ▽ Demoras D		
				Leyenda: Desplazamiento ————— Retorno al punto inicial - - - - -				
				Tiempo del Elemento Exibidas	Tiempo de caminar o espera			
⇨	1	PP-PA-01	Transportar mallas dobladas	0.0	0.00			
⇨	2	PP-PA-02	Transportar varilla de refuerzo	0.0	0.00			
○	3	PP-PA-03	Soldar varilla de refuerzo en malla	1.0	0.00			
⇨	4	PP-PA-04	Transportar tubos perforados	0.0	0.00			
⇨	5	PP-PA-05	Transportar tubos de media	0.1	0.00			
○	6	PP-PA-06	Colocar tubos en la matriz	1.0	0.00			
○	7	PP-PA-07	Soldar tubos	0.2	0.00			
○	8	PP-PA-08	Colocar tubos y mallas en la matriz	0.2	0.00			
○	9	PP-PA-09	Soldar tubos y mallas	0.9	0.00			
				(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera	3.4	0.00		
				Tiempo Total de Ciclo (MIN.)	3.44			

**DIAGRAMA DE TRABAJO**



Bloque de firmas de aprobación				
Turno	Supervisor de Producción	Fecha	Gerente	Fecha
1º				
2º				

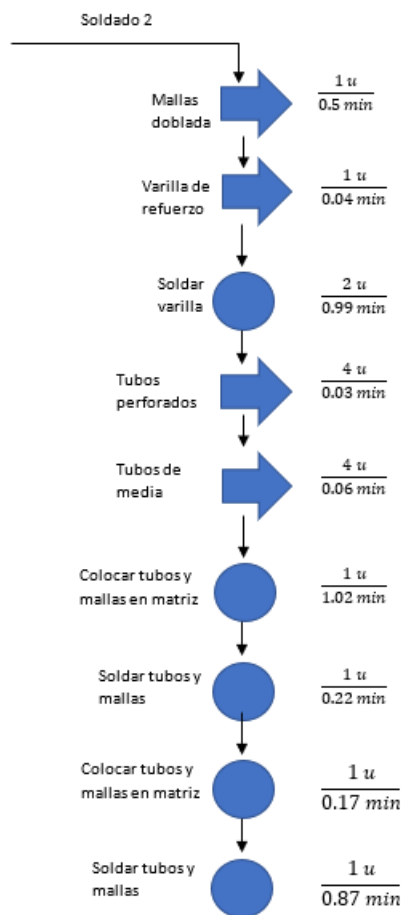
Registro de Revisiones		
Fecha	Nº Revisión	Alteración
11/12/2019	1	Emisión de Hoja

4.6. Propuesta en subprocesos más representativos.

De acuerdo con la figura 31 tenemos 3 subprocesos que están afectando a la productividad de la empresa las cuales están detalladas en los siguientes puntos.

En estos subprocesos se aplicará ciertos lineamientos para el mejoramiento de la línea productiva de exhibidores, se detallará en cada punto lo que se deberá hacer para generar una mayor productividad.

- **Soldado 2**



*Figura 69.* Diagrama de procesos soldado 2

Dentro del soldado 2 se ha determinado tres actividades las cuales debemos mejorar, para esto mediante el estudio previo realizado de “balance de operadores” hemos distribuido de mejor manera los operarios entre subprocesos.

Por lo cual en esta etapa se reducirá considerablemente el tiempo.

En cuanto a maquinas-herramientas la empresa ya cuenta con ellas no habrá que adquirir nuevas y para las actividades determinaremos la mejora a continuación

- Actividad de colocar tubos en la matriz

En esta actividad se puede realizar una matriz la cual nos reduzca un 60% aproximadamente del tiempo actual

- Soldar varilla de refuerzo

En esta actividad se enlaza directamente con el nuevo operario

- Soldar tubos y mallas

En esta actividad se enlaza directamente con el nuevo operario

- **Pulido**

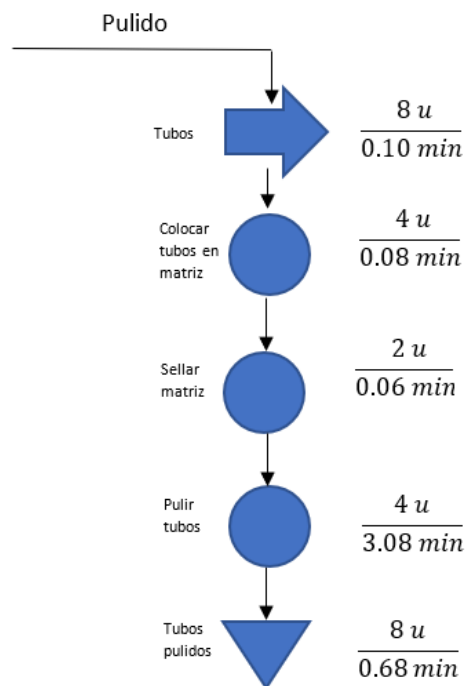
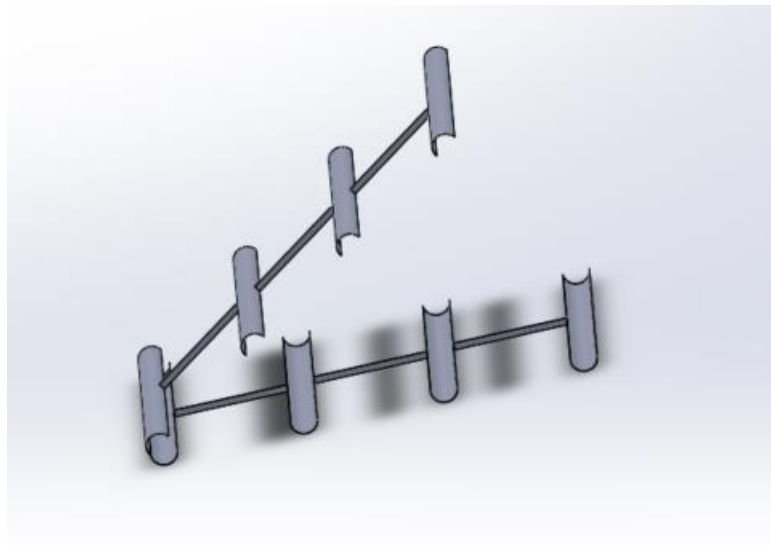


Figura 70. Diagrama de procesos pulido

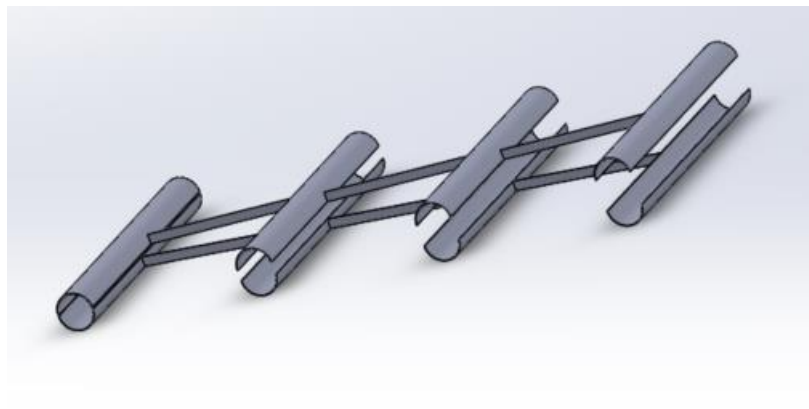
- Actividad de pulir tubos

Para esta actividad se ha desarrollado una matriz SMED la cual se insertan 4 tubos cortados a medida para el subproceso de pulido, se coloca los cuatro tubos en la matriz y se la sella, esto permitirá ingresar de una manera más eficaz para eliminar la rebaba que queda del

subproceso previo (cortado) y permitirá pulir más tubos optimizando el tiempo y está definida en las siguientes figuras:



*Figura 71.* Matriz de pulido



*Figura 72.* Matriz de pulido

Por otro lado, en esta actividad se procederá a compartir un operario el cual tenga menos carga de trabajo

- Actividad de transporte de tubos

A través del rediseño del layout se ha determinado que dicho puesto de trabajo quedará distribuido de manera que se representa en la figura 57 y obtendrá mejora considerablemente.



- **Perforado**

De igual manera en la etapa del perforado se utilizará una matriz como la que se utilizará en la etapa del pulido, representada previamente en la figura 67, 68. El uso de esta matriz permitirá una mejor continuidad de procesamiento

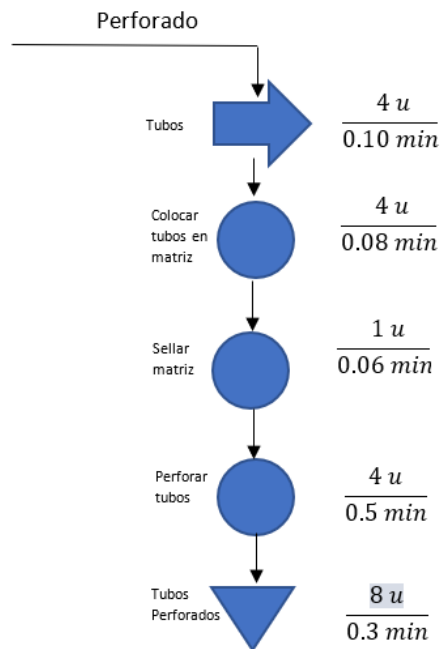


Figura 73. Diagrama de procesos perforado

- Actividad de perforar

De igual manera en esta actividad se compartirá un operario que no tenga mucha carga de trabajo, de acuerdo con el cálculo de operadores representado en el punto 3.6.2.

#### 4.7. Diagramas de recorrido propuestos

En esta etapa se realizará diagramas de recorrido para cada subproceso, la cual representará el proceso mejorado y eliminado la mayor parte de desperdicios

Mediante el rediseño del layout se acortarán las distancias, estas nuevas distancias serán tomadas en consideración de acuerdo con el área de la planta.

Se procurará eliminar los excesos de movimiento que existen actualmente en la planta.

#### 4.7.1. Propuesta de subproceso de corte

Tabla 45.

##### Diagrama de procesos del subproceso de corte

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA Nº 1_		Operario <input checked="" type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>						
HOJA Nº 1_		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Corte de tubos de acuerdo a la especificación técnica del producto		Actividades:		Actual		Propuesta						
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Operaciones		2	0.08							
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones		0	0:00:00							
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes		1	0.06							
Elaborado por: José Torres		Demoras		0	0:00:00							
Fecha: 23/10/2019		Almacenamientos		1	0.03							
		Distancia total necesaria (m)										
		Tiempo requerido										
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Set up de matriz				X		0.00	4	0.04				
Transportar perfil a cortar		X				3.00	2	0.08				
Cortar perfil				X		0.00	67	0.10				
Apilar perfil cortado					X	0.00	67	0.08				

Por otro lado, en la tabla 45 se puede apreciar que existen 4 actividades, siendo dos de estas operaciones, una de transporte y otra de inventario en las cuales se puede encontrar oportunidades de mejora.

#### 4.7.2. Propuesta de subproceso soldado 1

Tabla 46.

##### Diagrama de procesos del subproceso soldado 1

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA Nº 1_		Operario <input checked="" type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>						
HOJA Nº 1_		RESUMEN DEL ESTUDIO										
Descripción de pieza o producto en transformación: Se procede a armar y soldar la malla		Actividades:		Actual		Propuesta						
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		Operaciones		2	4.38							
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:		Inspecciones		0	0:00:00							
Operario (s) que ejecutan la actividad:		Transportes		1	0.08							
Elaborado por: José Torres		Demoras		0	0:00:00							
Fecha: 23/10/2019		Almacenamientos		1	0.24							
		Distancia total necesaria (m)										
		Tiempo requerido										
		Costos: Maquinaria:										
		Mano de Obra:										
		Materiales:										
		TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar perfiles cortados		X				4.00	4	0.08				
Colocar perfiles en la matriz				X		0.00	6	2.41				
Soldado de malla				X		0.00	6	1.97				
Retirar y apilar mallas soldadas					X	0.00	6	0.24				

### 4.7.3. Propuesta de subproceso pulido

Tabla 47.

#### Diagrama de procesos del subproceso de pulido

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA Nº_1_		HOJA Nº_1_		Operario <input checked="" type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Se pule tubos previamente cortados				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta						
Método: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Operaciones		3	3.22					
Operario (s) que ejecutan la actividad:				Inspecciones		0	0:00:00					
Elaborado por: José Torres Fecha: 01/11/2019				Transportes		1	0.10					
				Demoras		0	0:00:00					
				Almacenamientos		1	0.06					
				Distancia total necesaria (m)								
				Tiempo requerido								
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar tubo a pulir		X				4.00	8	0.10				
Colocar tubos en matriz				X		0.00	4	0.08				
Sellar matriz				X		0.00	2	0.06				
Pulir tubos				X		0.00	4	3.08				
Apilar tubos					X	1.00	8	0.68				

### 4.7.4. Propuesta de subproceso perforado

Tabla 48.

#### Diagrama de procesos del subproceso de perforado

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA Nº_1_		HOJA Nº_1_		Operario <input checked="" type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Perforar tubo redondo de 5/8				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta						
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Operaciones		3	0.64					
Operario (s) que ejecutan la actividad:				Inspecciones		0	0:00:00					
Elaborado por: José Torres Fecha: 01/11/2019				Transportes		1	0.10					
				Demoras		0	0:00:00					
				Almacenamientos		1	0.06					
				Distancia total necesaria (m)								
				Tiempo requerido								
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar tubo a perforar		X				3.00	4	0.10				
Colocar tubos en matriz				X		0.00	4	0.08				
Sellar matriz				X		0.00	1	0.06				
Perforar tubos				X		0.00	4	0.50				
Apilar tubos perforados					X	0.00	8	0.30				

#### 4.7.5. Propuesta de subproceso refilado

En esta etapa se procedió a implementar una nueva cizalla la cual corte todo el exceso de varilla de cada lado de la malla soldada

Tabla 49.

#### Diagrama de procesos del subproceso de refilado

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA Nº 1_		HOJA Nº 1_		Operario <input checked="" type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Cortar exceso de varilla de los costados de la malla soldada				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta						
				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Operaciones	1	1.23						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Inspecciones	0	0:00:00						
Operario (s) que ejecutan la actividad: un operario				Transportes	1	0.08						
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019				Demoras	0	0:00:00						
				Almacenamientos	1	0.45						
				Distancia total necesaria (m)								
				Tiempo requerido								
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia (m)	Cantidad	Duración (min)	Posibilidades de cambio			Observaciones
									Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar malla a refilar		X				5.00	1	0.1				
Refilar malla				X		0.00	6	1.2				
Apilar malla refilada					X	0.00	6	0.4				

#### 4.7.6. Propuesta de subproceso doblado

Tabla 50.

#### Diagrama de procesos del subproceso de doblado

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
DIAGRAMA Nº 1_		HOJA Nº 1_		Operario <input checked="" type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>						
Descripción de pieza o producto en transformación: Doblar mallas, un extremo de 5 cm y el opuesto de 7 cm				RESUMEN DEL ESTUDIO								
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta						
				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo			
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Operaciones	2	0.52						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad:				Inspecciones	0	0:00:00						
Operario (s) que ejecutan la actividad:				Transportes	1	0.10						
Elaborado por: José Torres Fecha: 23/10/2019				Demoras	0	0:00:00						
				Almacenamientos	1	0.14						
				Distancia total necesaria (m)								
				Tiempo requerido								
				Costos: Maquinaria:								
				Mano de Obra:								
				Materiales:								
				TOTAL:								
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración	Posibilidades de cambio			Observaciones
									Eliminar	Combinar	Mejorar	
Transportar mallas		X				3.00	1	0.10				
Colocar mallas en matriz				X		0.00	12	0.27				
Doblar malla				X		0.00	12	0.25				
Apilar mallas dobladas					X	0.00	6	0.14				

#### 4.7.7. Propuesta de subproceso soldado 2

En esta etapa se procederá a añadir un operario en este subproceso así reduciendo el tiempo de operación por actividad a la mitad inmediatamente

Tabla 51.

#### Diagrama de procesos del subproceso de soldado 2

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL RECORRIDO (DPR) o CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO														
Operario <input checked="" type="checkbox"/>		Material <input type="checkbox"/>		Equipo <input type="checkbox"/>										
DIAGRAMA Nº. 1_		HOJA Nº. 1_												
Descripción de pieza o producto en transformación: Elaboración de canasta yupi				RESUMEN DEL ESTUDIO										
Actividad del DPO analizada aquí:(descripción y símbolo)				Actual		Propuesta								
				Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo					
Método: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				Operaciones		5		3.27						
Centro de trabajo donde se ejecuta la actividad: soldadura				Inspecciones		0		0:00:00						
Operario (s) que ejecutan la actividad: Dos operarios				Transportes		4		0.17						
Elaborado por: José Torres				Demoras		0		0:00:00						
Fecha: 01/11/2019				Almacenamientos		0		0:00:00						
				Distancia total necesaria (m)										
				Tiempo requerido										
				Costos: Maquinaria:										
				Mano de Obra:										
				Materiales:										
				TOTAL:										
Descripción de la actividad	Tipo de actividad					Distancia	Cantidad	Duración	Posibilidades de cambio			Observaciones		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Eliminar	Combinar	Mejorar			
Transportar mallas dobladas		X				4.00	1	0.05						
Transportar varilla de refuerzo		X				4.00	1	0.04						
Soldar varilla de refuerzo en malla				X		0.00	6	0.99						
Transportar tubos perforados		X				5.00	1	0.03						
Transportar tubos de media		X				3.00	1	0.06						
Colocar tubos en la matriz				X		0.00	24	1.02						
Soldar tubos				X		0.00	12	0.22						
Colocar tubos y mallas en la matriz				X		0.00	6	0.17						
Soldar tubos y mallas				X		0.00	6	0.87						

#### 4.8. Tiempos de ciclo propuestos

SUBPROCESO	Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (min)
Cortado	1	Set up de matriz	0.06	0.06
	2	Transportar perfil a cortar	0.09	0.14
	3	Cortar perfil	0.11	0.26
	4	Apilar perfil cortado	0.16	0.42
Soldado 1	5	Transportar perfiles cortados	0.09	0.51
	6	Colocar perfiles en la matriz	2.79	3.31
	7	Soldado de malla	2.29	5.59
	8	Retirar y apilar mallas soldadas	0.27	5.86
Pulido	9	Transportar tubo a pulir	0.10	5.96
	10	Colocar tubos en matriz	0.08	6.04
	11	sellar matriz	0.06	6.10
	12	Pulir tubos	3.08	9.18
	13	Apilar tubos	0.68	9.86
Perforado	14	Transportar tubo a perforar	0.10	9.96
	15	Colocar tubos en matriz	0.08	10.04
	16	Sellar matriz	0.06	10.10
	17	Perforar tubos	0.50	10.60
	18	Apilar tubos perforados	0.30	10.90
Refilado	19	Transportar malla a refilar	0.08	10.98
	20	Refilar malla	1.23	12.21
	21	Apilar malla refilada	0.45	12.66
Doblado	22	Transportar mallas	0.11	12.77
	23	Colocar mallas en matriz	0.31	13.08
	24	Doblar malla	0.29	13.37
	25	Apilar mallas dobladas	0.16	13.53
Soldado 2	26	Transportar mallas dobladas	0.05	13.58
	27	Transportar varilla de refuerzo	0.04	13.61
	28	Soldar varilla de refuerzo en malla	0.99	14.60
	29	Transportar tubos perforados	0.03	14.63
	30	Transportar tubos de media	0.06	14.69
	31	Colocar tubos en la matriz	1.02	15.71
	32	Soldar tubos	0.22	15.93
	33	Colocar tubos y mallas en la matriz	0.17	16.10
	34	Soldar tubos y mallas	0.87	16.97

Figura 74. Tiempo de ciclo propuesto

#### 4.9. Diagrama de spaghetti propuesto

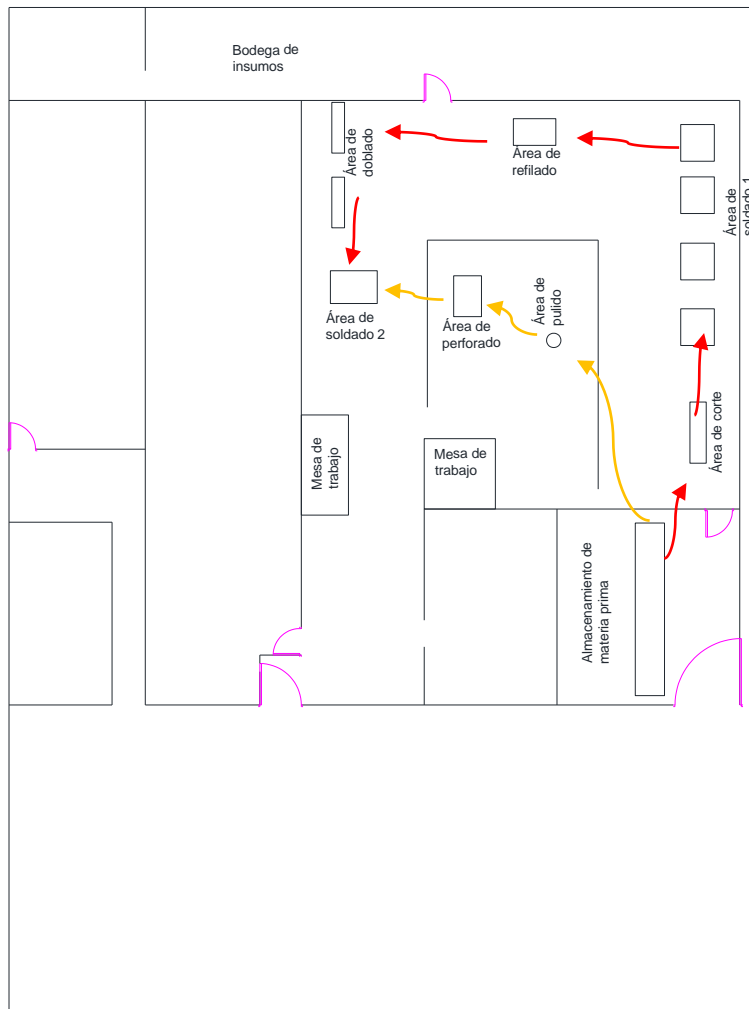


Figura 75. Diagrama de spaghetti propuesto

De acuerdo con el diagrama de bloques previamente descrito en el punto 4.3. se ha determinado la distribución de planta nueva, la cual es una distribución lineal para el proceso de producción y se reduce inminentemente distancias de transporte.

#### 4.10. Vsm futuro

Se procedió a realizar un nuevo Value Stream Mapping con las mejoras que serían implementadas en la empresa, generando nuevos tiempos, nuevas distancias, incluso reducción de operarios y aumentando la productividad de la línea.

#### 4.10.1. Balance de operadores

$$\text{Número de operadores} = \frac{1834}{377}$$

$$\text{Número de operadores} = 5 \text{ operadores}$$

El balance de operadores es el resultado de la división del tiempo de ciclo total sobre el takt time, el resultado de esta operación definirá el número de operadores óptimos para la fabricación de los exhibidores desarmables de seis canastas.

Tabla 52.

*Balanceo de operadores*

Trabajador	Tiempo (seg)	Takt (seg)
1	75	377
2	75	377
3	75	377
4	75	377
5	75	377

De acuerdo con el cálculo previo que se realizó, se ha determinado que se requieren 5 operadores, por lo cual se utilizará este número para el nuevo balanceo.

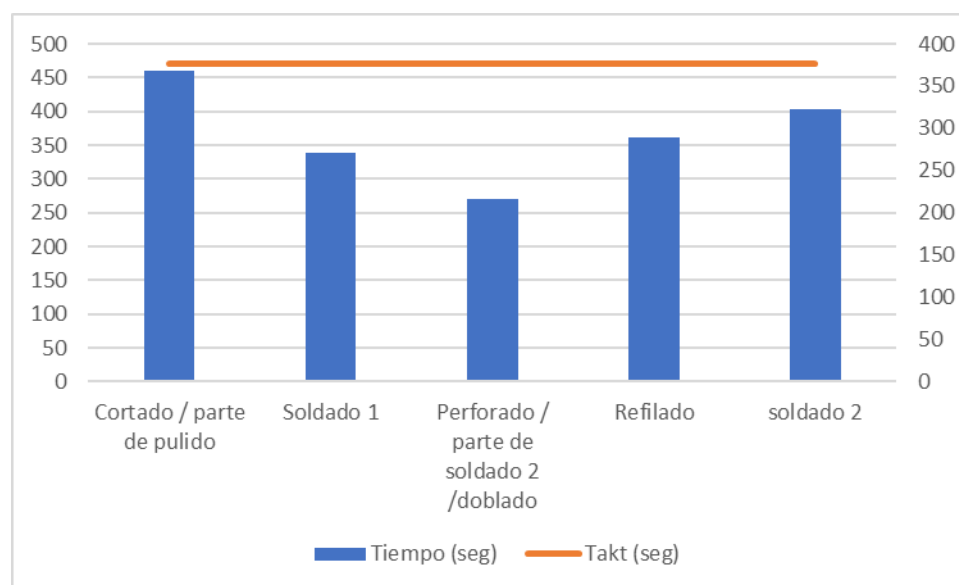


Figura 76. Balance de operadores vs takt



Tabla 53.

*Distribución de operadores*

Operación	Trabajador	Descripción	Tiempo (seg)	Takt (seg)
1 / 3	A	Cortado / parte de pulido	460	377
2	B	Soldado 1	338	377
4 / 6 / 7	C	Perforado / parte de soldado 2 /doblado	270	377
5	D	Refilado	362	377
7	E	soldado 2	404	377

Posterior al balance de operadores, se ha redistribuido operarios de la mejor manera para que se distribuya de una manera más equitativa el tiempo disponible de los operarios, y los dos operarios que se reducen, dispondrían tiempo para realizar otras actividades dentro de la empresa.

**4.10.2. Productividad propuesta**

Para este cálculo se ha tomado en referencia la mano de obra; por otro lado la reducción de dos operarios en esta línea productiva ha aumentado la productividad en 3 puntos.

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{Unidades\ producidas * Takt\ time}{Número\ de\ operarios * tiempo\ disponible}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{62u * 344s}{5personas * 21600s} = 21.64$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = 22\ unidades/personas$$

**4.10.3. Vsm propuesto**

En la figura 78 se representa la simulación del VSM con los nuevos tiempos, para esto, se ha utilizado los tiempos de ciclo propuestos (punto 4.6) y la utilización de la misma demanda. En este nuevo mapeo se evidencia una gran reducción de tiempos e inventarios.

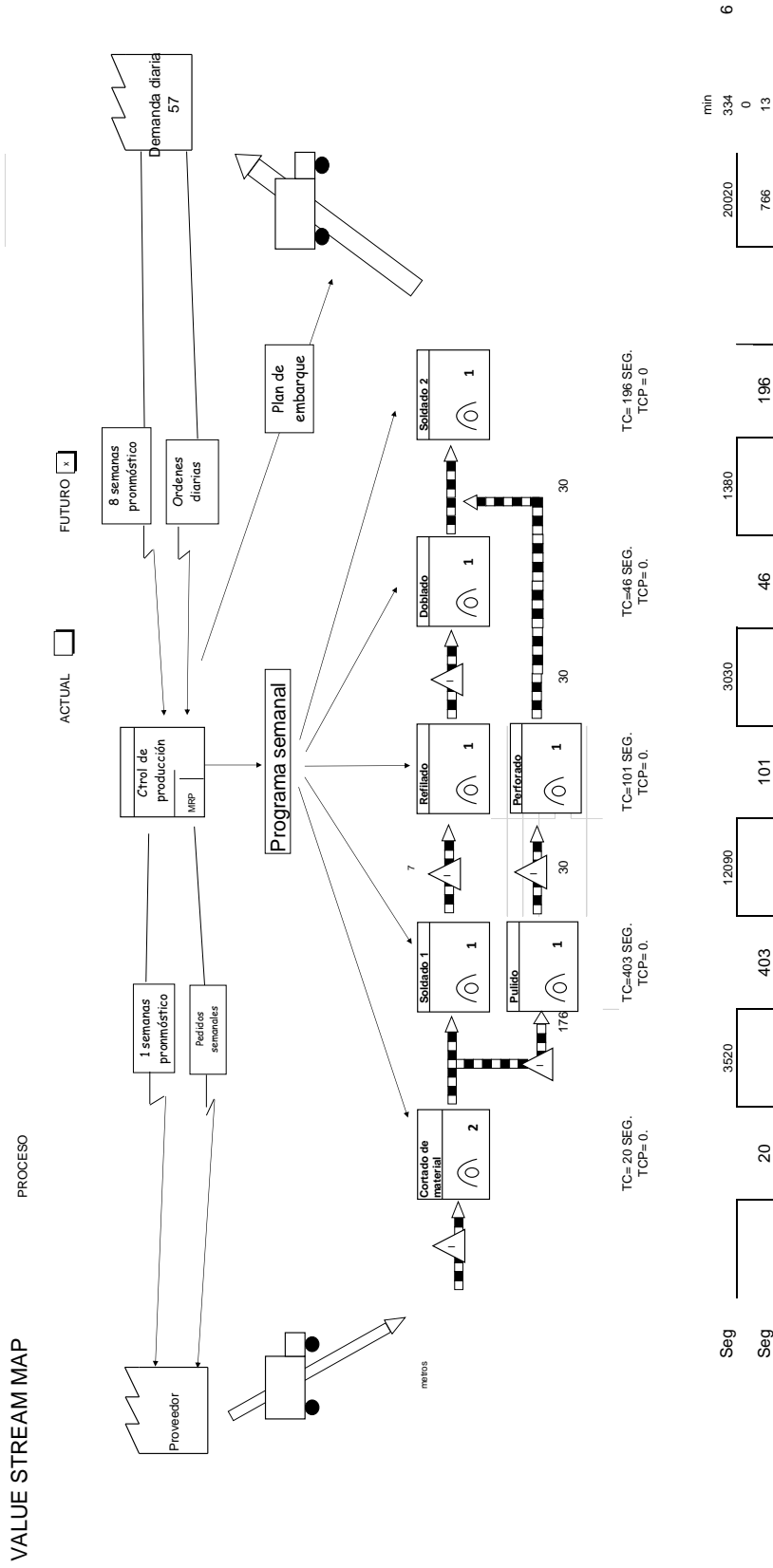


Figura 77. VSM actual

## 4.11. Software Flexsim

### 4.11.1. Simulación propuesta

Para la nueva simulación se ha tenido en cuenta la misma materia prima, la misma maquinaria, por otro lado, se ha rediseñado el layout de la empresa como se comentó previamente en el punto 4.2. Se ha reducido el número de operadores de acuerdo con el punto 3.3.2.

A continuación, se representará los mismos dashboards que se presentaron en la simulación actual, pero con los tiempos actuales y con el nuevo layout.



Figura 78. Rediseño de layout en Flexsim

En la figura anterior se puede apreciar que en la propuesta de layout representada en el software Flexsim el proceso es más lineal, y se evidencia gran cantidad de transportes reducidos como se detallará a continuación.

# FABRICACIÓN DE EXHIBIDORES

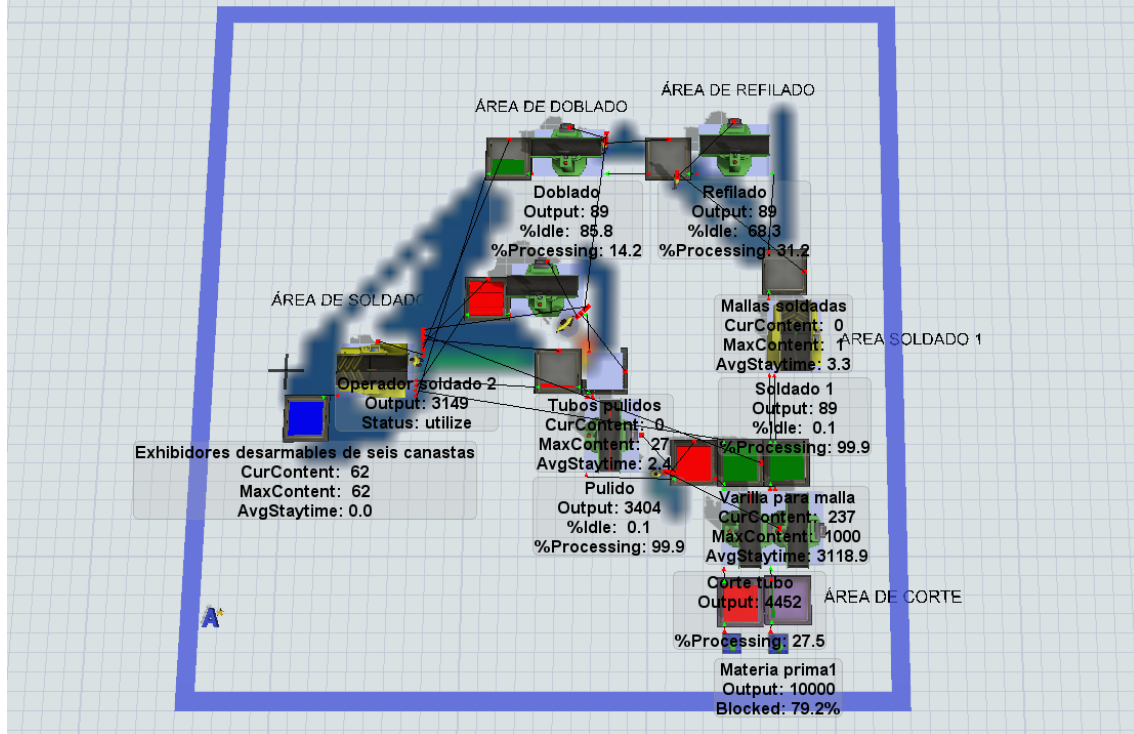


Figura 79. Rediseño de layout en Flexsim ejecutado

En la anterior se puede observar el nuevo esquema de la simulación, este indica que la producción con los nuevos cambios en la empresa son 62 unidades de exhibidores desarmables de seis canastas han aumentado notablemente.

#### 4.11.2. Análisis de datos propuesto

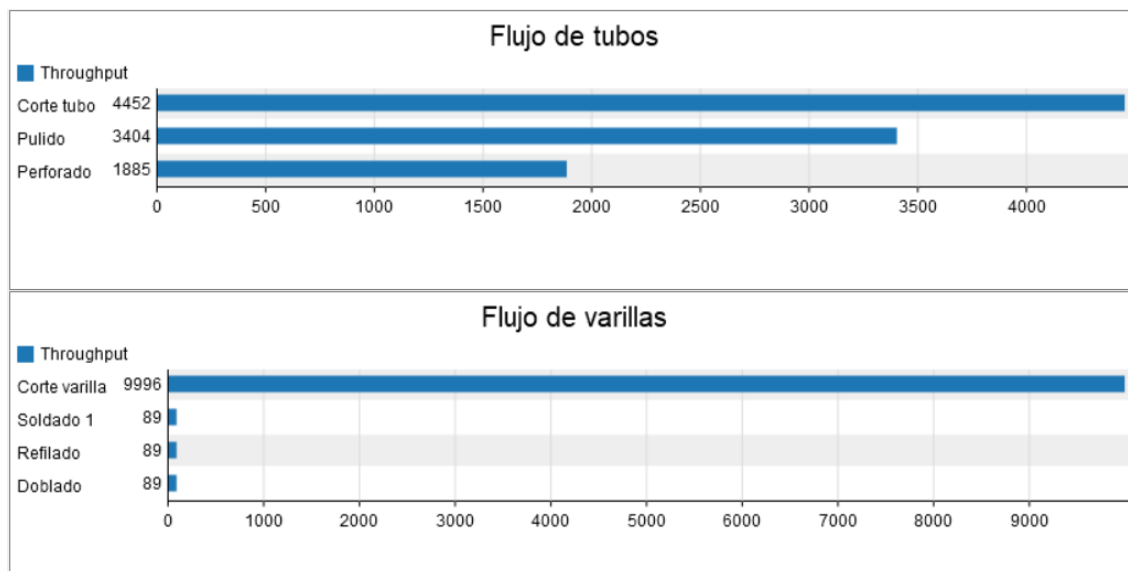


Figura 80. Flujos de material en unidades propuesto

Se puede apreciar los flujos de material que se utilizarían en la nueva distribución de planta. Debido al aumento de productividad ingresa más material para generar más exhibidores desarmables de seis canastas.

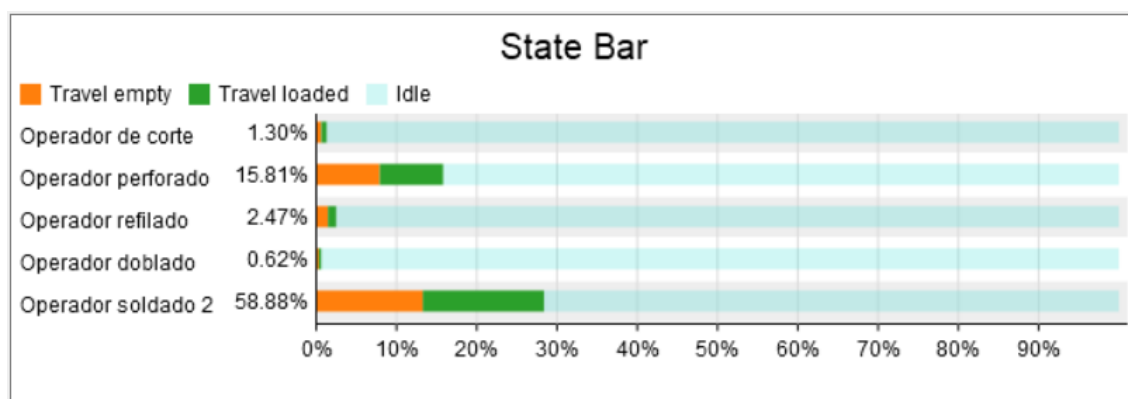


Figura 81. Movimientos propuestos

Se han reducido notablemente los movimientos en la empresa han aumentado la capacidad de los operarios y hay menos movimientos en ocio.

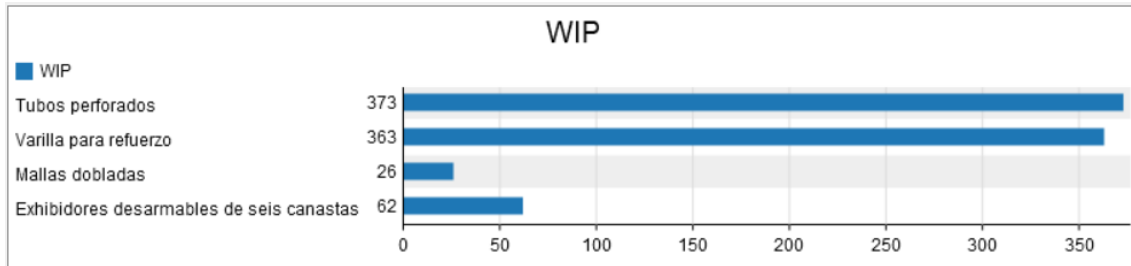


Figura 82. WIP futuro

Por otro lado, como se puede apreciar en la figura 82 el trabajo en proceso la gran mayoría son tubos y varillas cortadas, por otro lado, los elementos que requieren las otras estaciones de trabajo fluyen de mejor manera.

## 5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se analizará todos los datos obtenidos antes y después de la propuesta de mejora, y posterior a esto se realizará una breve comparación de datos, mediante esto, se podrá determinar la mejora en la línea productiva mediante la implementación de este proyecto.

### 5.1. Análisis de la propuesta de mejora

En primer lugar, para iniciar este análisis se comparará los tiempos de la situación actual vs los tiempos de la propuesta de mejora.

En segundo lugar, se realizará la comparación entre layouts de planta y distancias.

En tercer lugar, se realizará una comparación entre los dashboards que nos refleja la simulación del software Flexsim.

#### 5.1.1. Análisis de tiempos

Tabla 54.

*Tiempos actuales vs tiempos propuestos*

TIEMPO (min)	
ANTES	DESPUÉS
31	17

En la tabla anterior se puede apreciar que se ahorra el 35% de tiempo para la fabricación de un exhibidor, por lo cual es muy representativo.

### 5.1.2. Análisis de layouts y procesos

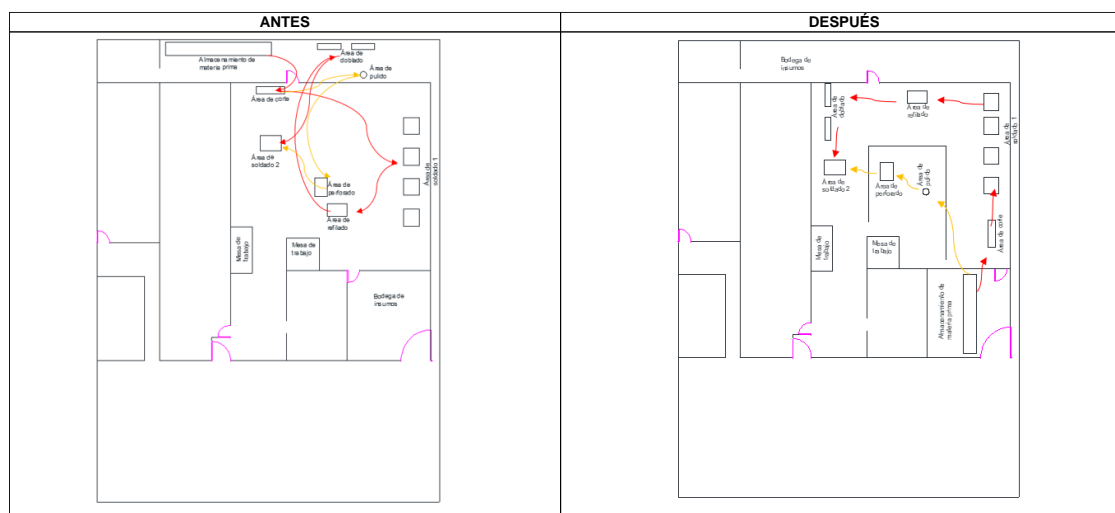


Figura 83. Análisis layout antes y después

En la figura 83 se puede apreciar la diferencia de layouts, y procesos al momento de fabricar un exhibidor. Por otro lado, a continuación, se podrá apreciar las distancias en metros de cada estación de trabajo, en la actualidad y la propuesta

SUBPROCESO 1	SUBPROCESO 2	DISTANCIA ACTUAL EN M	DISTANCIA PROPUESTA EN M
MP	CORTADO	5	3
CORTADO	SOLDADO 1	11	4
CORTADO	PULIDO	16	4
PULIDO	PERFORADO	19	3
SOLDADO 1	REFILADO	5	5
REFILADO	DOBLADO	15	3
DOBLADO	SOLDADO 2	13	4
PERFORADO	SOLDADO 2	8	4
CORTADO	SOLDADO 2	6	5
PULIDO	SOLDADO 2	13	3
<b>TOTAL</b>		<b>111</b>	<b>38</b>

Figura 84. Distancias entre estaciones de trabajo

### 5.1.3. Análisis productividad

Tabla 55.

*Diferencia de la productividad*

PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA	
ANTES	DESPUÉS
11%	22%

A través del cálculo de la productividad se ha realizado la comparación en cuanto a mano de obra y se puede observar que la productividad aumentó en 10 puntos.

### 5.1.4. Simulación de producción de exhibidor



Figura 85. Simulación de producción antes





Figura 86. Simulación de producción después

Como se puede apreciar en el software las áreas más transitadas (Áreas en rojo) por los operarios (mapa de calor) se ha reducido notablemente y se ha generado un flujo continuo.

Por otro lado, la simulación se realizó en base a la demanda, y al tiempo disponible para producir dichos exhibidores.

## 5.2. Análisis costo beneficio

En esta etapa se determinará todo el análisis financiero.

Este punto indicará algunos ámbitos que se deberá hacer cargo la empresa para la realización del mismo.

Este análisis será calculado con los parámetros definidos en la tabla 56, por otro lado, se generará un pequeño estudio el cual determinará la utilidad generada por la empresa con la aplicación de este proyecto, y en que instancias se requerirá hacer inversiones o gastos.

Tabla 56.

*Parámetros costo-beneficio*

DEMANDA	57
DÍAS	6
MANO DE OBRA MENSUAL	\$ 406.04
COSTO UNITARIO DE EXHIBIDOR	\$ 29.50

Tabla 57.

*Ahorros productivos*

AHORROS PRODUCTIVOS			
FACTOR	ANTES	DESPUES	AHORRO POR EXHIBIDOR
TIEMPO POR EXHIBIDOR (min)	32	20	12
CANTIDAD DE EXHIBIDORES	46	62	16
RECURSOS	7	5	2

En la tabla 57 se puede apreciar el ahorro de tiempos por cada exhibidor fabricado el cual llego a ser 12 minutos más para la fabricación de otros productos o ya sea de los mismos exhibidores. También se puede observar un aumento en la cantidad de exhibidores fabricados al mes los cuales se llegarán a generar 16 unidades más y esto es una gran optimización para la empresa, esto generará otro ahorro.

Por otro lado, la empresa tendrá dos recursos los cuales los podrá utilizar para otras actividades ya sea en el área de la elaboración de exhibidores, termoformado, o termosellado.

Tabla 58.

*Ahorros mes / año*

	AHORROS PRODUCTIVOS (MES)	AHORROS PRODUCTIVOS (AÑO)
TIEMPOS	\$ 9,257.71	\$ 46,288.56
UNIDADES PROD.	\$ 472.00	\$ 2,360.00
RECURSOS	\$ 812.08	\$ 9,744.96
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10,541.79</b>	<b>\$ 58,393.52</b>

Se puede apreciar que con la implementación del proyecto el ahorro por lote de exhibidores desarmables de seis canastas sería de \$10,541.79 al mes en

utilidad, por otro lado, se realizó un pronóstico para verificar la utilidad anualmente lo cual llegará a ser una cantidad de \$58,393.52 dólares americanos.

Tabla 59.

*Gastos para implementar*

<b>INVERSIONES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Conexiones eléctricas	Metros	30	\$ 15.00	\$ 450.00
Delimitaciones de áreas	Metros	100	\$ 7.00	\$ 700.00
Tableros de herramientas	Unidades	7	\$ 45.00	\$ 315.00
Extractores de humo de soldadura	Unidades	3	\$ 500.00	\$ 1,500.00
Mesas de trabajo	Unidades	4	\$ 160.00	\$ 640.00
Capacitaciones	Horas	6	\$ 80.00	\$ 480.00
				\$ 4,085.00

Se ha determinado los gastos que se realizarán en la empresa. Como se puede observar en la tabla 59 detalladamente todo lo que se requerirá para generar esta transformación en la empresa.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Posterior a todo el análisis del proyecto definido para los exhibidores desarmables de seis canastas se expresan conclusiones en base a los objetivos específicos planteados en el capítulo 1.

### **6.1. Conclusiones**

El presente proyecto de titulación estuvo enfocado en la elaboración de exhibidores desarmables de seis canastas, para lo cual se realizó un estudio en base a la demanda de la empresa con la finalidad de analizar el producto más representativo de la empresa el cual resulto dicho exhibidor.

Se realizó el respectivo levantamiento de procesos, etapa en la cual se procedió a tomar datos de la empresa e identificar como trabajan en la actualidad, especialmente en la línea productiva de los exhibidores metálicos en la cual se basa esta propuesta de mejora.

Posterior al levantamiento de procesos y mediante el uso de herramientas lean y diagramas de Pareto se identificaron tres principales subprocesos (Soldado 2, pulido, perforado) los cuales agregan la mayor cantidad de tiempo para la fabricación de un exhibidor y son las más graves. Por otro lado, se identificaron grandes distancias recorridas por los operarios al momento de la elaboración de un exhibidor.

Se procedió a realizar un análisis estadístico mediante un software (Experfit) el cual refleja el comportamiento de los subprocesos más críticos al momento de la fabricación de un exhibidor, mediante esta herramienta se determinó que tipo de modelo representan los subprocesos más representativos y se logró identificar ciertas oportunidades de mejora.

De igual manera, se identificaron varias oportunidades de mejora, como rediseños en el layout de la empresa, implementación de señalética, establecimiento de puestos de trabajo, cultivar una cultura la cual genere permita a los trabajadores una mejora ambiente laboral y automáticamente un aumento en la productividad de la empresa.

Para finalizar, se realizó un análisis costo beneficio, el cual demuestra la rentabilidad de este proyecto y el ahorro que generaría aplicarlo.

## **6.2. Recomendaciones**

Como parte de este proyecto, se recomienda aplicarlo, ya que generará muchos beneficios a la empresa, en aspectos productivos y en aspectos económicos.

Por otro lado, se confía en que la empresa mantenga con el tiempo los cambios efectuados, realice capacitaciones al personal para que mantengan los lineamientos citados previamente durante este proyecto para la mejora continua.

También es recomendable que la empresa genere este tipo de estudios en otras líneas productivas ya que podrían incrementar aún más su productividad y su rentabilidad.

## REFERENCIAS

- Al-Aomar, R., Williams, E. J., & Ulgen, O. M. (2015). Process Simulation Using WITNESS. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, a. R. (2012). Lean certification: certificación de un sistema de gestión lean. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado el 19 de noviembre de 2019.
- Ekos negocios. (2018). Ekos negocios. Recuperado el 18 de noviembre de 2019 <https://www.ekosnegocios.com/articulo/situacion-del-sector-metalmechanico-y-su-importancia-en-la-economia-ecuatoriana>
- Fernández Palacín, & López Sánchez, M. A. (2016). Inferencia estadística: teoría y problemas (2a. ed.). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Freivalds, A., & Niebel, B. W. (2014). Ingeniería industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo (13a. ed.). McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el 24 de noviembre de 2019
- Gamero Burón, C. (2017). Estadística I: elementos de estadística descriptiva y de teoría de la probabilidad. Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Gutiérrez Pulido, H. (2014). Calidad y productividad (4a. ed.). McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). Principios de administración de operaciones. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- KLG publicidad. (20 de 07 de 2017). KLG publicidad. Recuperado el 24 de noviembre de 2019. <https://klgpublicidad.com.mx/exhibidor-para-punto-de-venta/>
- Ilinás Solano, H. (2017). Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad. Universidad del Norte. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.

- López Lemos, P. (2016). Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas. FC Editorial. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Maldonado, J. A. (2011). Gestión de procesos (o gestión por procesos). B - EUMED. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Ecoe Ediciones. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Pardo, J. M. (2017). Gestión por procesos y riesgo operacional. En J. M. Pardo, Gestión por procesos y riesgo operacional. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Platas García, J. A. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias. Grupo Editorial Patria. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.
- Porter, M. (2009). La cadena de valor de Michael Porter; Identifique y optimice su ventaja competitiva. Recuperado el 25 de noviembre de 2019. <https://www.50minutos.es/libro/la-cadena-de-valor-de-michael-porter/>
- Publimepack. (2018). Publiempack. Recuperado el 24 de noviembre de 2019. <https://www.publiempack.com/>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). Lean manufacturing, la evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 26 de noviembre de 2019.
- Socconini, L. (2014). Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios. Marge Books. Recuperado el 26 de noviembre de 2019.
- Suñé Torrents, G. V., & Arcusa Postils, I. (2004). Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 24 de noviembre de 2019.

Tolosa, L. (2016). Técnicas de mejora continua en el transporte. Marge Books.  
Recuperado el 26 de noviembre de 2019.



## **ANEXOS**

Anexo 1

Toma de tiempos, coeficiente de descuento del subproceso de corte

ACTIVIDAD		TIEMPOS (seg)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Corte	Set up de matriz	6.25	2.87	2.39	3.14	2.15	2.55	2.77	2.83	3.11	1.54
	Transportar perfil a cortar	8.52	5.34	6.98	6.05	7.6	7.4	6.9	7.4	7.5	6.4
	Cortar perfil	3.96	7.38	6.18	7.2	5.82	4.62	4.8	5.1	0.67	1.06
	Apliar perfil cortado	7.38	11.4	9.24	8.7	9	8.82	10.68	9.18	7.44	7.86

Cod.	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Valeración					Tiempo teórico				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Desviación Estándar	Limite Superior	Limite Inferior	Promedio Valido	Habilidad		Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total Valeración
0.1042	0.0478	0.0398	0.0523	0.0358	0.0425	0.0462	0.0472	0.0518	0.0257	0.4932	0.0493	0.020865235	0.0702	0.0285	0.045438	0.08	0	0.02	0	1.1	0.05
0.1420	0.0890	0.1163	0.1008	0.1267	0.1233	0.1150	0.1233	0.1250	0.1067	1.1682	0.1168	0.014977442	0.1318	0.1018	0.104542	0	0.05	0	0	1.05	0.11
0.0660	0.1230	0.1030	0.1200	0.0970	0.0770	0.0800	0.0850	0.0112	0.0177	0.7798	0.0780	0.03812322	0.1161	0.0395	0.085407	0.11	0.05	0	0	1.16	0.10
0.1230	0.1900	0.1540	0.1450	0.1500	0.1470	0.1780	0.1530	0.1240	0.1310	1.4950	0.1495	0.021619179	0.1711	0.1279	0.146667	0	0	0	0	1	0.15

2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA																					
Cod.	ACTIVIDAD	SEJO	1. Suplementos constantes					2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA					TOTAL	Indice							
			Necesidades personales	Porfatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo			i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física					
1	Set up de matriz	H	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.12
2	Transportar perfil a cortar	H	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.12
3	Cortar perfil	H	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0.13
4	Apliar perfil cortado	H	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.12

Anexo 2

Toma de tiempos, coeficiente de descuento del subproceso soldado 1









No.	ACTIVIDAD	TIEMPOS (seg)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO OBSERVADO	Desviación Estándar	Limite Superior	Limite Inferior	Promedio Válido	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total Valoración	Tempo básico			
		CICLOS (min)																							
1	Doblar Transportar mallas	0.2863	0.3002	0.3065	0.3040	0.2992	0.3143	0.2922	0.2847	0.3135	0.3123	3.0132	0.3013	0.3132	0.2904	0.3004	0.3004	0.05	0.05	0	0	0	1.11	18.81	18.74
2		0.3040	0.2400	0.2740	0.2080	0.2380	0.2300	0.2220	0.2020	0.2340	0.2760	2.4300	0.2430	0.2430	0.2108	0.24	0.24	0.05	0.05	0	0	0	1.11	14.04	16.56
3		0.2160	0.2380	0.2140	0.2300	0.2420	0.2880	0.2360	0.2000	0.1920	0.2340	2.2100	0.2210	0.2210	0.2035	0.22725	0.22725	0.05	0.05	0	0	0	1.11	11.52	14.04
4		0.1390	0.1760	0.1180	0.1190	0.1240	0.1460	0.1120	0.1530	0.1210	0.1060	1.3120	0.1312	0.1312	0.1093	0.12875	0.12875	0.05	0.05	0	0	0	1.11	7.26	6.36
		1. Suplementos constantes										2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA													
Cod.	ACTIVIDAD	SEXO	Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl por trabajar de pie	b) Supl por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Prec. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física	TOTAL	Indice									
1	Transportar mallas	H	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0.15								
2	Colocar mallas en matriz	H	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0.15								
3	Doblar malla	H	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0.15								
4	Apilar mallas dobladas	H	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0.15								

Anexo 7

Toma de tiempos, coeficiente de descuento del subproceso soldado 2.





Código de Relación

