

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN EMPRESARIAL**



**TRABAJO DE TESIS**

**Para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Industrial con  
mención en Planeamiento y Gestión Empresarial**

**Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la  
fabricación de muebles para oficina en melamina**

**Autor: Bach. Palma Chauca, Steve Alexander**

**Asesor: Mg. Mateo López, Hugo Julio**

**LIMA – PERÚ  
2021**

Miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, que estará integrado por:

1. Presidente: Mg. César Armando Rivera Lynch.
2. Miembro: Mg. José Abraham Falcón Tuesta.
3. Miembro: Mg. Gustavo Raúl Quispe Canales.
4. Asesor: Mg. Hugo Julio Mateo López.
5. Representante de la EPG: Dra. Elena Maisch.

## **Dedicatoria**

Dedico el esfuerzo a mis padres, por la formación que me dieron y su apoyo incondicional en las diferentes etapas de mi vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mi Asesor de Tesis por su paciencia brindada y a todas las personas que apoyaron para la presentación del trabajo tesis.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Formulación del problema y justificación del estudio .....	8
1.2.1 Problema General.....	8
1.2.2 Problemas Específicos .....	8
1.3. Importancia y Justificación del estudio .....	8
1.4. Delimitación del estudio .....	11
1.5. Objetivos de la investigación: .....	11
1.5.1 Objetivo general .....	11
1.5.2 Objetivos específicos .....	11
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1. Marco histórico .....	13
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema .....	15
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	20
2.4. Definición de terminos básicos .....	45
2.5. Fundamentos teóricos que sustenta las hipótesis .....	47
2.6. Hipótesis .....	48
2.6.1 Hipótesis general .....	48
2.6.2 Hipótesis específicas.....	49
2.7. Variables .....	49
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>52</b>
3.1. Tipo,método y diseño de la investigación .....	52
3.2. Población y muestra .....	53
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
3.4. Descripción de procedimientos de análisis .....	57
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>58</b>
4.1. Resultados.....	58
4.2. Análisis de resultados .....	90
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>136</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>139</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>143</b>
Anexo 1: Declaración de Autenticidad .....	143
Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación.....	144
Anexo 3: Matriz de Consistencia.....	146
Anexo 4: Matriz de Operacionalización .....	147
Anexo 5: Procedimiento MLA .....	149
Anexo 6: Procedimiento MLC .....	151
Anexo 7: Formato de Informe de Resultados FDA5S-02 de Implementación 5S ...	153

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Reporte de Productividad mensual de Enero a Junio del 2018 .....	6
Tabla 02: Evolución de Lean Manufacturing .....	14
Tabla 03: Tarjeta Roja para identificación de elementos inútiles .....	23
Tabla 04: Cuadro de Resumen de la técnica 5S.....	26
Tabla 05: Ejemplo de Tarjeta Kanban.....	32
Tabla 06: Matriz de Operacionalización variable dependiente .....	50
Tabla 07: Matriz de Operacionalización variable independiente .....	51
Tabla 08: Técnicas e instrumentos.....	57
Tabla 09: Matriz de análisis de datos.....	57
Tabla 10: Lista de objetos necesarios en el almacén.....	59
Tabla 11: Lista de objetos innecesarios en el almacén.....	60
Tabla 12: Lista de objetos necesarios en el área de corte.....	61
Tabla 13: Lista de objetos innecesarios en el área de corte.....	61
Tabla 14: Plan de limpieza del almacén.....	67
Tabla 15: Plan de limpieza del área de corte.....	68
Tabla 16: Formato de hoja de actividades estandarizadas.....	69
Tabla 17: Plan de auditoria 5S.....	70
Tabla 18: Formato de evaluación para auditoria de 5S.....	71
Tabla 19: Tarjeta Kanban utilizada en el almacén.....	73
Tabla 20: Tarjeta Kanban utilizada para el área de armado del producto final .....	74
Tabla 21: Tarjeta Kanban utilizada para el área de canteado .....	75
Tabla 22: Tarjeta Kanban utilizada para el área de lijado .....	76
Tabla 23: Tarjeta Kanban utilizada para el área de corte .....	77
Tabla 24: Plan de Mantenimiento Autónomo para máquina de corte lineal .....	78
Tabla 25: Plan de Mantenimiento Autónomo para máquina ruteadora.....	79
Tabla 26: Plan de Mantenimiento Autónomo para máquina lijadora .....	79
Tabla 27: Formato de tiempos que se emplean para la entrega de materiales e insumos del almacén y del área de corte ,antes de implementar las 5S,del año 2018 .....	81

Tabla 28: Formato de tiempos que se emplean para la entrega de materiales e insumos del almacén y del área de corte ,después de implementar las 5S,del año 2019.....	82
Tabla 29: Cuadro de Costos de materiales e insumos en exceso en el almacén antes de implementar el Sistema Pull del año 2018 .....	83
Tabla 30: Cuadro de Costos de materiales e insumos en el almacén después de implementar el Sistema Pull del año 2019 .....	84
Tabla 31: Cuadro de Costo de materiales e insumos por corte en exceso en el área de corte antes de implementar el sistema pull,del año 2018 .....	85
Tabla 32: Cuadro de Costo de materiales e insumos por corte en el área de corte después de implementar el sistema pull,del año 2019.....	86
Tabla 33: Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas antes de implementar mantenimiento autónomo del año 2018 .....	87
Tabla 34: Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas después de implementar mantenimiento autónomo del año 2019 .....	87
Tabla 35: Cuadro de costos de fabricación mensual antes de optimizar el proceso del año 2018.....	88
Tabla 36: Cuadro de costos de fabricación mensual después de optimizar el proceso del año 2019.....	88
Tabla 37: Cuadro de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2018 .....	89
Tabla 38: Cuadro de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2019 .....	89
Tabla 39: Tiempos que se emplean para entrega de melamina MDF Cedro (MA1) del almacen,antes de implementar 5S. ....	90
Tabla 40: Tiempos que se emplean para entrega de melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte,antes de implementar 5S. ....	91
Tabla 41: Tiempos que se emplean para entrega de melamina MDF Cedro (MA1) del almacén,después de implementar 5S. ....	91
Tabla 42: Tiempos que se emplean para entrega de melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte,después de implementar 5S.....	91
Tabla 43: Muestras obtenidas de los tiempos que se emplean (segundos) para la entrega de la Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes y después de Implementar 5S. ....	92

Tabla 44: Muestras obtenidas de los tiempos que se emplean (segundos) para la entrega de la Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, antes y después de Implementar 5S.....	93
Tabla 45: Prueba de normalidad (MA1) antes de Implementar 5S.....	94
Tabla 46: Prueba de normalidad (MA1) después de Implementar 5S .....	95
Tabla 47: Resultados de comparación de medias antes y después de la melamina MDF Cedro (MA1).....	97
Tabla 48: Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de la melamina MDF Cedro (MA1) .....	97
Tabla 49: Prueba de normalidad de la melamina MDF Cedro (MC1),antes de implementar 5S .....	98
Tabla 50: Prueba de normalidad de la melamina MDF Cedro (MC1),después de implementar 5S .....	99
Tabla 51: Resultados de comparación de tiempos promedios antes y despues de la melamina MDF Cedro (MC1).....	100
Tabla 52: Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de la melamina MDF Cedro (MC1).....	101
Tabla 53: Costos mensual de la melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén,antes de implementar el sistema pull 2018.....	102
Tabla 54: Costos mensual por corte de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte,antes de implementar el sistema pull 2018.. .....	102
Tabla 55: Costos mensual de la melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén,después de implementar el sistema pull 2019.....	102
Tabla 56: Costos mensual por corte de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte,después de implementar el sistema pull 2019. ....	103
Tabla 57: Muestras obtenidas del costo mensual (soles) de la Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén antes y después de Implementar el Sistema Pull.....	103
Tabla 58: Muestras obtenidas del costo mensual (soles) de la Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte antes y después de Implementar el Sistema Pull... ..	103
Tabla 59: Prueba de normalidad de costos mensual de melamina MDF Cedro (MA1),antes de implementar el sistema pull .....	104
Tabla 60: Prueba de normalidad de costos mensual de melamina MDF Cedro (MA1),después de implementar el sistema pull.....	105

Tabla 61: Resultados de comparación de tiempos promedios antes y después de la melamina MDF Cedro (MA1) .....	107
Tabla 62: Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de la melamina MDF Cedro (MA1) .....	107
Tabla 63: Prueba de normalidad de costos mensual por corte, antes de la implementación del sistema pull.....	108
Tabla 64: Prueba de normalidad de costos mensual por corte, después de la implementación del sistema pull .....	109
Tabla 65: Resultados de comparación de medias de costo mensual por corte antes y después de la implementación del sistema pull .....	111
Tabla 66: Prueba de muestras independientes de costos mensual de la melamina MDF Cedro (MC1) por corte del área de corte.....	111
Tabla 67: Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de máquina de corte lineal y máquina ruteadora antes de implementar mantenimiento autónomo 2018. ....	112
Tabla 68: Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de máquina de corte lineal y máquina ruteadora después de implementar mantenimiento autónomo 2019 .....	112
Tabla 69: Muestras obtenidas de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal antes y después de la Implementación del Mantenimiento Autónomo. ....	113
Tabla 70: Muestras obtenidas de horas de parada mensual de la máquina ruteadora antes y después de la Implementación del Mantenimiento Autónomo. ....	113
Tabla 71: Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal antes de la implementación del mantenimiento autónomo .....	114
Tabla 72: Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal después de la implementación del mantenimiento autónomo .....	115
Tabla 73: Estadísticos de prueba de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal .....	116
Tabla 74: Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina ruteadora antes de la implementación del mantenimiento autónomo .....	117
Tabla 75: Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina ruteadora después de la implementación del mantenimiento autónomo .....	118
Tabla 76: Estadísticos de prueba de horas de parada mensual de la máquina ruteadora .....	120

Tabla 77: Reporte mensual de costo de máquina y costo de mano de obra Enero-Junio (2018),antes de optimizar el proceso.....	121
Tabla 78: Reporte mensual de costo de máquina y costo de mano de obra Enero-Junio (2019),después de optimizar el proceso .....	121
Tabla 79: Muestras obtenidas para el costo de máquina mensual (soles) antes y después de Optimizar el Proceso.....	122
Tabla 80: Muestras obtenidas para el costo de mano de obra (soles) antes y después de Optimizar el Proceso. ....	122
Tabla 81: Prueba de normalidad de costos de máquina mensual antes de optimizar el proceso.....	123
Tabla 82: Prueba de normalidad de costos de máquina mensual después de optimizar el proceso.....	124
Tabla 83: Resultados de comparación de medias de costo máquina antes y después de la optimización del proceso .....	125
Tabla 84: Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes del costo máquina .....	125
Tabla 85: Prueba de normalidad de costos de mano de obra mensual antes de optimizar el proceso .....	126
Tabla 86: Prueba de normalidad de costos de mano de obra mensual después de optimizar el proceso .....	127
Tabla 87: Estadísticos de prueba de costos de mano de obra mensual .....	129
Tabla 88: Cuadro para análisis estadístico de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo 2018 .....	129
Tabla 89: Cuadro para análisis estadístico de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo 2019.....	130
Tabla 90: Muestras obtenidas para la productividad mensual (escritorios por mes) antes y después de Implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo. ..	130
Tabla 91: Prueba de normalidad de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2018.....	131

Tabla 92: Prueba de normalidad de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2019.....	132
Tabla 93: Resultados de comparación de medias de productividad mensual antes y después de implementar 5S,Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo ....	134
Tabla 94: Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de productividad mensual de escritorios.....	134
Tabla 95: Matriz de Consistencia.....	146
Tabla 96: Matriz de Operacionalización variable dependiente .....	147
Tabla 97: Matriz de Operacionalización variable independiente .....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Materiales en exceso y desorden en el área de corte.....	3
Figura 02: Encargado del almacén presentando dificultad para encontrar los insumos para la fabricación de los escritorios .....	3
Figura 03: Materiales e insumos en exceso y desorden en el área del almacén .....	4
Figura 04: Área de corte desordenada.....	4
Figura 05: Parada imprevista de máquina de corte lineal,operario esperando a que el técnico lo repare .....	5
Figura 06: Área de corte sin limpieza .....	5
Figura 07: Diagrama Causa Efecto del Proceso de transformación de la madera .....	7
Figura 08: Corte de madera .....	16
Figura 09: Lijado de piezas de madera.....	16
Figura 10: Conformado de piezas .....	16
Figura 11: Ensamble del mueble.....	16
Figura 12: Corte eje vertical .....	16
Figura 13: Corte eje vertical giro 90° .....	17
Figura 14: Corte horizontal.....	17
Figura 15: Pieza de madera cortada cae sobre el operario .....	17
Figura 16: Cinco principios Lean.....	22
Figura 17: Flujo del Sistema Pull.....	27
Figura 18: Esquema del Sistema Kanban .....	31
Figura 19: Mapa Conceptual del marco teórico.....	48
Figura 20: Objetos innecesarios en el almacén.....	62
Figura 21: Objetos innecesarios en el almacén.....	62
Figura 22: Layout antes de la fase organizar del almacén.....	63
Figura 23: Layout después de la fase organizar del almacén .....	64
Figura 24: Almacén después de ordenar.....	65
Figura 25: Layout antes de la fase organizar área de corte .....	65
Figura 26: Layout después de la fase organizar área de corte .....	66
Figura 27: Actividades de limpieza.....	68
Figura 28: Diagrama de flujo según áreas para fabricación de muebles en melamina,mediante Sistema Pull .....	72

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina, mediante Aplicación de Lean Manufacturing, con lo cual se reducirá los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina, también se reducirá los inventarios de producción en proceso, asimismo la reducción de las paradas imprevistas de las máquinas, estos problemas se identificaron y son los que se propone mejorar.

En los puntos mencionados anteriormente se encontraron deficiencias, en las diferentes partes del proceso, todo ello se buscar mejorar implementando 5s, Implementando un Sistema Pull, Implementando un Mantenimiento Autónomo y Optimizando el Proceso de Fabricación, de tal manera que se incremente la productividad.

La Empresa pertenece al sector maderero, la cual se dedica a la fabricación de muebles para oficina en melamina, el nivel de competitividad y el crecimiento de sus similares, surgió la necesidad de mejorar su proceso, para obtener mejores tiempos en la fabricación y en general obtener buenos productos que les permita posicionarse en el mercado al cual pertenecen de muebles para oficina en melamina.

Finalmente, la presente investigación realizada en la empresa, logro reducir los tiempos de entrega de los de materiales e insumos del almacén y del área de corte, mediante la Implementación 5S, los costos de inventarios asociados a los materiales e insumos, se logró reducir, ya que se implementó el Sistema Pull mediante lo cual solo se tiene materiales e insumos necesarios según lo solicitado por el cliente, con respecto a las horas paradas imprevistas se logró reducir después de implementar el mantenimiento autónomo para cada máquina, logrando mayor fluidez de para la fabricación de los escritorios de melamina, por ultimo también se logró reducir los costos de fabricación, esto se debe a las Implementaciones de 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, 5s, Sistema Pull, Mantenimiento Autónomo, Productividad, Mejora de Proceso.

## ABSTRACT

The general objective of the present research is to improve the productivity of the manufacture of melamine office furniture, through Lean Manufacturing Application, which will reduce delivery times in the manufacture of melamine office furniture, inventories will also be reduced of production in process, also the reduction of the unexpected stops of the machines, these problems were identified and are those that it is proposed to improve.

In the aforementioned points, deficiencies were found in the different parts of the process, all of which is sought to improve by implementing 5s, Implementing a Pull System, Implementing Autonomous Maintenance and Optimizing the Manufacturing Process, in such a way that productivity is increased.

The Company belongs to the wood sector, which is dedicated to the manufacture of melamine office furniture, the level of competitiveness and the growth of its peers, the need arose to improve its process, to obtain better times in manufacturing and in general obtain good products that allow them to position themselves in the market to which they belong for melamine office furniture.

Finally, the present investigation carried out in the company, managed to reduce the delivery times of the materials and supplies of the warehouse and the cutting area, through the 5S Implementation, the inventory costs associated with the materials and supplies, it was possible to reduce, Since the Pull System was implemented by means of which only the necessary materials and supplies are available as requested by the client, with respect to unforeseen downtime, it was possible to reduce after implementing autonomous maintenance for each machine, achieving greater fluidity for the manufacture of melamine desks, finally, manufacturing costs were also reduced, this is due to the Implementations of 5S, Pull System and Autonomous Maintenance.

**Keywords:** Lean Manufacturing, 5s, Pull System, Autonomous Maintenance, Productivity, Process Improvement.

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realizó para realizar la propuesta de la Aplicación de Lean Manufacturing, para mejorar la productividad de la fabricación de muebles en melamina de una empresa.

En el marco teórico, se aprecian conceptos sobre cuándo y porqué aplicar Lean Manufacturing, y los resultados de dicha implementación, tales como, incremento de la productividad mediante la reducción de los tiempos de entrega, implementación del sistema pull, implementación de mantenimiento autónomo. Es por ello que la hipótesis general de la investigación se logrará mejorar la productividad de la empresa de muebles, mediante la Aplicación de Lean Manufacturing.

El capítulo I del trabajo es la descripción y formulación del problema, en el cual se evidencia los distintos problemas presentes en la empresa de estudio, también sobre la importancia y delimitación, por último, los objetivos de la investigación.

El capítulo II hace referencia al marco teórico, todos los conceptos sobre las variables de estudio, así como también estudios previos del tema que ayudaron a reforzar las hipótesis planteadas, definición de términos, fundamentos teóricos, hipótesis y las variables.

El capítulo III es el marco metodológico, en el cual se detalla el enfoque, tipo, método, población muestra, técnicas e instrumentos y descripción de procedimientos.

En el capítulo IV es la parte sobre los resultados y análisis de resultados donde se redacta como se aplicó Lean Manufacturing en el Proceso de fabricación de muebles en melamina.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del Problema**

En la presente Empresa se puede observar una baja motivación en el trabajo debido a que no cuenta con métodos y herramientas que ayuden a elevar el nivel de producción con el menor costo posible y poder satisfacer plenamente las necesidades del cliente, por lo tanto, el trabajador se mantiene al margen del supervisor que está a su cargo.

Se identificó que el proceso y método de trabajo para la fabricación de escritorios en melamina están mal ejecutados, lo cual generan altos costos y desperdicios de recursos (materiales, maquinarias, equipos y mano de obra).

Cuando se solicita materiales e insumos al área de almacén y al área de corte, existe retrasos en los tiempos de entrega de los mismos, esto se debe a que no hay orden, identificación, limpieza en el área del almacén, lo cual ocasiona demora para poder encontrar el material e insumo solicitado, de igual manera sucede en el área de corte, se encuentran materiales sobrantes, no existe clasificación, limpieza y orden, encontrándose desperdicio que impide realizar el despacho de manera eficiente.

A continuación, se muestra los materiales en exceso y desorden en el área de corte.  
Ver Figura 1.



*Figura 1:* Materiales en exceso y desorden en el área de corte.  
Fuente: La empresa en estudio.

A continuación, se muestra al encargado del almacén presentando dificultad para encontrar los insumos para la fabricación de los escritorios. Ver Figura 2.



*Figura 2:* Encargado del almacén presentando dificultad para encontrar los insumos para la fabricación de los escritorios.

Fuente: La empresa en estudio.

En el área del almacén se encontró materiales e insumos en exceso lo cual genera altos costos de inventarios, esto se debe a que se tiene materiales e insumos que no están relacionado con el pedido del cliente y también a que no se tiene solo lo necesario para la fabricación de lo solicitado por cliente.

A continuación, se muestra materiales e insumos en exceso y desorden en el área del almacén. Ver Figura 3.



*Figura 3:* Materiales e insumos en exceso y desorden en el área del almacén.

Fuente: La empresa en estudio.

Se encontró en el área de corte que el costo de material por corte era elevado ya que se realizan cortes sin un plan de pedido específico.

A continuación, se muestra el área de corte desordenada. Ver Figura 4.



*Figura 4:* Área de corte desordenada.

Fuente: La empresa en estudio.

Con respecto a las máquinas utilizadas para la fabricación de escritorios en melamina, se encontró que tenían paradas imprevistas, lo cual generaba retrasos con el proceso de fabricación de los escritorios, esto se debe a que no existe un plan de mantenimiento específico para cada máquina, lo cual evitaría las paradas imprevistas.

A continuación, se muestra la parada imprevista de máquina de corte lineal, operario esperando a que el técnico lo repare. Ver Figura 5.



*Figura 5:* Parada imprevista de máquina de corte lineal, operario esperando a que el técnico lo repare.

Fuente: La empresa en estudio.

A continuación, se muestra el área de corte sin limpieza. Ver Figura 6.



*Figura 6:* Área de corte sin limpieza.

Fuente: La empresa en estudio.

Los costos de fabricación se encontraron elevados ya que en el proceso de fabricación de escritorios en melamina, no se emplea una metodología o herramienta que logre optimizar su producción.

En lo que se refiere a la calidad del producto, los cortes de madera melamina, son de mala calidad debido a que no se cuenta con las herramientas y métodos apropiados para la ejecución de las operaciones de corte.

En lo que se refiere a la calidad de diseño, no se especifica bien las medidas de trazado por lo cual el trabajador que realiza la operación en las máquinas se le hace muy difícil poder entenderlo y a la vez se le hace muy compleja su ejecución.

En lo que se refiere a la productividad mensual, no se llega a cumplir con el pedido de 180 escritorios en melamina por mes, esto se debe a que, se encontró deficiencias en la entrega de materiales e insumos del área del almacén, del área de corte, falta de un mantenimiento a las maquinas que intervienen en la fabricación de los escritorios en melamina, todo lo mencionado ocasiona que no se cumpla con la productividad mensual requerida.

A continuación, se muestra el reporte de productividad mensual de Enero a Junio del 2018. Ver Tabla 1.

Tabla 1:  
*Reporte de productividad mensual de Enero a Junio del 2018.*

REPORTE DE PRODUCTIVIDAD MENSUAL DE ESCRITORIOS EN MELAMINA ANTES DE IMPLEMENTAR 5S,SISTEMA PULL Y MANTENIMIENTO AUTONOMO (2018)						
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL DE ESCRITORIOS ENTREGADOS
149	100	99	116	105	112	681

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

El nivel de abastecimiento en lo que se refiere al habilitado de materiales e insumos para la ejecución de los escritorios en melamina es muy lento ya que no se cuenta con un buen método que ubique rápido los materiales y facilite su salida rápido del almacén. También como no se registra bien el manejo de materiales e insumos no se sabe que materiales faltan en el almacén.

A futuro con todos los problemas mencionados anteriormente podría ocurrir lo siguiente:

La cantidad de trabajadores se irá reduciendo, por despido ya que no serán productivos para empresa y también debido a la crisis por la cual la empresa pasará.

En lo que se refiere a la calidad y diseño del producto, al no mejorar ninguno de ellos, la aceptación de los escritorios en melamina por parte de los clientes decaerá, por lo tanto, disminuirá la cantidad de pedidos y los ingresos de empresa también serán afectados.

Al no cumplir con la productividad mensual los clientes se verán obligados a buscar otra empresa, la cual pueda cumplir con su producción en el tiempo requerido.

El nivel de abastecimiento de materiales e insumos para la ejecución de los escritorios en melamina es muy importante ya que, debido a ello, se podrá comenzar con la ejecución de los mismos, el mal manejo del abastecimiento de materiales e insumos y el no buscar un método que mejore habilitado de materiales e insumos ocasionara muchos cuellos de botella y en consecuencia la empresa se declarará en quiebra por no cumplir con sus metas y objetivos planificados.

Por lo tanto, se propone a la empresa la “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina”.

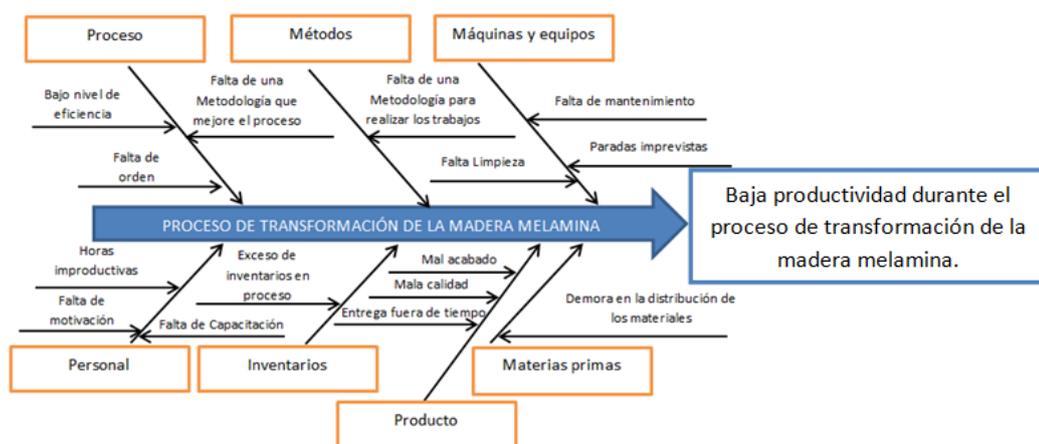


Figura 7: Diagrama Causa Efecto de proceso de transformación de la madera melamina.

Elaboración: Propia

## **1.2. Formulación del problema**

De acuerdo a lo redactado anteriormente, se procede a plantear el problema general y los problemas específicos de la siguiente manera:

### **1.2.1 Problema General:**

¿Cómo mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina?

### **1.2.2 Problemas Específicos:**

- a. ¿Cómo reducir los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina?
- b. ¿Cómo reducir los inventarios de producción en proceso, de la fabricación de muebles para oficina en melamina?
- c. ¿Cómo reducir las paradas imprevistas de las máquinas, durante la fabricación de muebles para oficina en melamina?
- d. ¿Cómo reducir los costos de fabricación, de muebles para oficina en melamina?

## **1.3. Importancia y Justificación del estudio**

### **✓ Importancia del estudio**

Mediante esta investigación se logrará incrementar la productividad de la empresa de estudio y de igual manera a otras empresas con proceso similar, al incrementar la productividad de su proceso, podrán realizar sus operaciones con menor cantidad de recursos, generando un ahorro y por lo tanto ser más competitivo en la industria maderera.

Esta investigación será útil para resolver problemas en el proceso de la organización, cuya consecuencia de dichos problemas es la generación de productos que no se entregan a tiempo y se genera desperdicio.

La presente investigación servirá para poder identificar la causa raíz de los problemas presentados en el proceso de fabricación de muebles para oficina en

melamina, se logrará incrementar la productividad de esta Empresa mediante la reducción los tiempos de entrega, reducción de los inventarios de producción en proceso, reducción de las paradas imprevistas de las máquinas, de esta manera se optimizará los recursos y los tiempos de producción.

La investigación a desarrollar tiene justificación metodológica, ya que sigue los pasos de la metodología Lean Manufacturing, aplicados para incrementar la productividad en una Empresa Maderera, con lo cual empresas de procesos similares podrán beneficiarse del procedimiento de esta investigación para lograr los resultados deseados.

Tiene utilidad empresarial, ya que esta organización podrá realizar sus actividades utilizando menos cantidad de recursos. Aquellas empresas con procesos de producción similares podrán tomar como referencia esta investigación y ayudarse a resolver sus problemas, ya que las herramientas y metodologías utilizadas en esta investigación pueden ser aplicadas en otros procesos similares.

Los beneficios que aportará esta investigación son los resultados de haber aplicado metodología de Lean Manufacturing en una Empresa Maderera, y de qué manera se aplicó para poder solucionar los problemas presentados, sirviendo como una guía para otras industrias con problemas similares en sus procesos productivos.

Al observar los procesos de producción de esta organización y los problemas que están presentes en ellos, considero pertinente realizar esta investigación con el fin de mejorar el proceso de producción, optimizar los recursos utilizados, reducir los costos e incrementar el margen de ganancias, logrando que esta empresa sea más competitiva en el rubro maderero.

#### ✓ **Justificación de estudio**

##### **Justificación Teórica**

Comprobar los conceptos teóricos de Lean Manufacturing y los resultados que pueden lograr mediante su aplicación en una Empresa de rubro maderero.

### **Justificación Metodológica**

La investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, siendo el método explicativo y de diseño cuasi experimental.

### **Justificación Práctica**

Obtener los resultados de la aplicación de la metodología, comprobar con los resultados teóricos y aportar con los nuevos resultados.

### **Justificación Económica**

Se podrán lograr ahorros en cuanto a la producción, lo cual se traduce a menores costos de fabricación y mayor margen de ganancia para la Empresa, haciéndola más competitiva en la industria.

### **Justificación Social**

Se podrá tomar como referencia esta investigación para poder implementar la metodología Lean Manufacturing en otros tipos de procesos en distintas industrias madereras.

### **Justificación Legal**

Con el trabajo de investigación, se logrará la disminución de mermas de melamina (madera que se reprocesa o se desecha), de acuerdo con la Ley N° 086-2020-EF, ley peruana que regula el consumo de productos de madera, de un solo uso que generan riesgo para la salud pública y/o el medio ambiente (Ministerio del Ambiente).

## **1.4. Delimitación del estudio**

La delimitación del estudio está compuesta por la espacial, temporal y teórica las cuales se detallan a continuación:

- **Delimitación espacial**

La investigación se realizará en el área de producción de la empresa dedicada a la fabricación de muebles en melamina, ubicada en el distrito de Villa el Salvador, en la ciudad de Lima, Perú. Se obtendrá información del proceso productivo para evaluar y aplicar las mejoras propuestas.

Se trabajará desde la entrega de la madera melamina hasta el final del proceso productivo.

- **Delimitación temporal**

Se obtendrá y analizará los datos del proceso de fabricación en el periodo correspondiente del 2020-2021.

- **Delimitación teórica**

Abarca todos los conceptos relacionados a la metodología de Lean Manufacturing.

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina, mediante Aplicación de Lean Manufacturing.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- a. Implementar las 5s, para reducir los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.
- b. Implementar un sistema pull, en la fabricación de muebles para oficina en melamina, que permita reducir los inventarios de producción en proceso.

- c. Implementar un Mantenimiento Autónomo, en la fabricación de muebles para oficina en melamina, que permita reducir las paradas imprevistas de las máquinas.
- d. Optimizar el proceso de fabricación, mediante la estandarización de los procesos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco histórico**

En la industria manufacturera de muebles, desde tiempos muy remotos el hombre ha hecho de la madera un instrumento de trabajo, materia prima y un sin fin de utilidades, ya sea por su abundancia o por su práctico manejo para muchas labores, pero lo cierto es que siempre se ha tratado de hacer más fácil el trabajo, y en cuanto se refiere a herramientas para trabajar madera, se han inventado y fabricado infinidad de estas aun antes de la industrialización.

De todo esto se puede deducir que la industria maderera se encuentra abarrotada de un sin fin de herramientas que facilitan sus labores, pero ninguna de las herramientas comercializadas hasta ahora poseen una automatización y aún no han eliminado la intervención de la mano humana mientras se realizan cortes en la madera, de lo que resta decir, que si bien estas herramientas para la industria maderera hasta ahora publicadas poseen partes mecánicas y electrónicas de actualidad, no poseen vínculo con el mundo sistematizado, que es lo que se pretende desarrollar e implantar en la industria maderera.

La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento. (García, 1999:12)

Tabla 2:  
Evolución de Lean Manufacturing.

Años	1920	1930-1945	1946	1960	1985	1990	1995	1996
Teorías	F.Taylor Henry Ford Producción masiva	Justo a tiempo	Producción LEAN	Administrac ión de la Calidad Total (TQM)	Ingeniería Recurrente( SIX SIGMA)	Nace LEAN en la Empresa Toyota	LEAN flujo continuo	Pensamient o LEAN

Elaboración: Propia.

Donde el pensamiento LEAN tiene su origen en la industria automotriz, siendo el resultado de la evolución de las mejores prácticas en esta industria y se aplicó especialmente al desarrollo de nuevos productos, lo cual fue fundamental para el desarrollo de la competencia de esta industria.

Se dio en el año 1920 por medio de la Producción masiva desarrollada por Henry Ford, convirtiéndose en una de las innovaciones más trascendentales de la era industrial, ‘la línea de ensamblado’. En medio de la explosión de la revolución industrial y el desarrollo de la producción en gran escala, el sociólogo y economista Frederick Taylor ideó un sistema organizativo que haría funcionar de manera eficiente el modelo fordista de producción. Él propuso lo que es conocido como teoría científica de la administración, es decir, la forma de división del trabajo y especialización que Ford había constituido en la línea de ensamblado. Una de las características de este modelo era su configuración organizativa: departamentos funcionales rígidos. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).

En los años 1930 y 1945 se desarrolló el concepto Justo a tiempo donde Kiichiro Toyoda decretó que la operación de Toyota no debería tener excesos de inventarios y tendrían que trabajar seriamente en sociedad con los proveedores para nivelar el inventario y la producción. Justo a tiempo es un sistema de producción que hace y entrega justo lo que se necesita, justo en la cantidad que se necesita.

Se fundamenta en tres elementos:

- Sistema de halar (pull system).
- Takt time, la demanda del cliente.
- Flujo continuo.

Continuó el desarrollo de la filosofía a través del concepto Producción LEAN entre los años 1945-1960, este sistema fue desarrollado por Toyota después de la segunda guerra mundial, el sistema LEAN es un proceso o sistema que produce un flujo continuo de materiales y productos manejados por programación fija, ordenada y nivelada, utilizando la flexibilidad y los conceptos de LEAN Manufacturing con un mínimo de actividades que no agregan valor. (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007).

Según (Womack and Jones, 2006) citado por (Sánchez, Palacios, & Prida, 2008) esta filosofía abarca un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicio. (Garay, Cicedo, & Cadavid, 2009) definen el Lean Manufacturing como una filosofía empresarial moderna que se concentra en reducir el desperdicio en los procesos operativos con el fin de que estos sean lo más eficientes posible. Es una herramienta sistémica, que logra importantes resultados de productividad en el desempeño global de la compañía. Es importante destacar que el Lean Manufacturing fue desarrollado por la empresa Toyota para satisfacer sus necesidades específicas en un mercado restringido y en tiempos de estrechez económica. Estos conceptos son estudiados y comprobado su aplicabilidad industrias como la automotriz y producción. (Manotas Duque & Rivera Cadavid, 2007).

## **2.2. Investigaciones relacionadas al tema**

Manual de investigación DECO, Empresa maderera con máquina de corte convencional

Para la manufactura de un mueble, en una empresa maderera convencional se realiza los siguientes pasos:

- a. Elaboración de los cortes, Canteado de Madera, Sacado de Grueso, Rajado de Ancho, Corte de Presa Exacto o Final. (ver figura. 8)
- b. El lijado de las piezas juega un papel importante en la terminación del mueble y debe realizarse antes del ensamble para evitar luego pequeños detalles que puedan dañar la apariencia del mueble. (ver figura 9)
- c. Luego se prosigue haciendo las piezas necesarias para armar el mueble como el escoplado, el conformado, el espigado, etc. (ver figura 10)

d. Luego se prosigue con el ensamble del mueble. (ver figura 11)



*Figura 8:* Corte de la madera

Fuente: Guía de procesamiento industrial (2012)  
Ana María Sibille Martina.



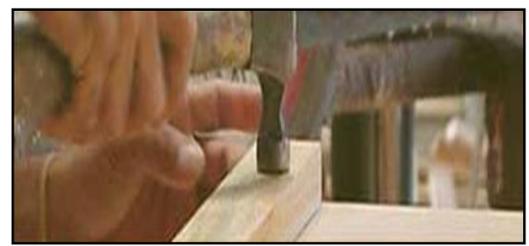
*Figura 9:* Lijado de piezas de madera

Fuente: Guía de procesamiento industrial (2012)  
Ana María Sibille Martina.



*Figura 10:* Conformado de piezas

Fuente: Guía de procesamiento industrial (2012)  
Ana María Sibille Martina.



*Figura 11:* Ensamble del mueble

Fuente: Guía de procesamiento industrial (2012)  
Ana María Sibille Martina.

Manual de investigación de trabajos para máquinas sector maderero,(2014),Empresa maderera con máquina de corte semiautomático

En esta empresa el operario maneja un equipo de corte semiautomático como se puede apreciar en la siguiente figura:



*Figura 12:* Corte eje vertical.

Fuente: Manual de instrucciones de Trabajo seguro (2010)  
Pablo Cubillo Manzanero.

Esta máquina es semiautomática de corte en los ejes vertical y horizontal, pero como se puede observar el operario tiene que alinear el tablero de madera según la medida de corte, encender la máquina y desplazar el disco de corte en el eje vertical o eje horizontal.

Un problema que se pudo observar es que al pasar de un corte del eje vertical al eje horizontal se hace una parada ya que se necesita que gire el disco 90 grados para realizar el corte.

Esta máquina realiza dos tipos cortes uno en el eje vertical y otro en el eje horizontal. (Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, 2011:69)



*Figura 13:* Corte eje vertical giro 90°

Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro (2014) Pablo Cubillo Manzanero.



*Figura 14:* Corte eje horizontal.

Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro (2014) Pablo Cubillo Manzanero.



*Figura 15:* Pieza de madera cortada cae sobre operario.

Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro (2014) Pablo Cubillo Manzanero.

Sanchez R.(2008),en su tesis de grado denominado, “Diseño y construcción de un router CNC para la fabricación de puertas de MDF”, el proceso actual de fabricación de puertas de madera un obrero tarda un día laborable en la fabricación por unidad tomando en cuenta que el proceso se inicia en la selección y el corte del tipo de madera y termina en el ensamblaje, según estas condiciones actuales, la producción de puertas de madera se realiza en un tiempo demasiado extenso, lo que provoca un incremento en el precio de venta y un decremento en la oferta, por lo tanto se diseñara y se construirá un router cnc para la manufactura de puertas de MDF, se podrá fabricar en serie los diversos tipos de puertas comercializados en el mercado.

UTILIDAD: Es útil porque nos permite obtener una metodología para poder realizar los cortes de madera melamina y también poder observar el tipo de herramientas y parámetros que utilizan.

Peláez M. (2009), en su tesis de grado denominado, “Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera”, trata sobre el desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera con el fin de determinar planes de acción que ayuden a identificar los principales problemas del área y darle solución. Para lograr la identificación de problemas fue necesario tener reuniones diarias con el jefe de planta de la empresa para así plantear las expectativas del estudio, posteriormente se realizó el estado actual de la empresa en el cual se identificó los principales tipos de desperdicios, una vez que estos fueron identificados se continua con la priorización y de esta manera se determinó qué técnicas son necesarias para lograr eliminarlos, la elección de la técnica más apropiada se la realizó de manera conjunta con los representantes de la empresa para así lograr establecer la mejor opción que ayudará a resolver los problemas que actualmente están presentes. La técnica 5`S es la herramienta seleccionada para dar solución a los problemas actuales, los cinco pasos que contempla esta técnica son: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Con esta implementación se espera que los problemas y desperdicios del área sean eliminados de manera eficiente y que se logre cumplir con una de las expectativas planteadas que es mejorar la productividad en la fabricación de puertas de madera.

UTILIDAD: Es útil porque nos proporciona una metodología para poder elevar la productividad, utilizando una herramienta de gestión 5s.

Mora R. (2007), en su tesis de grado denominado, "Análisis para la mejora del proceso de producción de lápices de madera en una empresa mexicana", se analizó el proceso de producción de lápices cosméticos de madera en una empresa mexicana. Con el objetivo de hacer más eficiente el proceso de producción (maximización en la utilización de materia prima y tiempo) y mejorar la calidad del producto final. Para lo cual se utilizó un enfoque de ruta de calidad del sistema de producción. La finalidad del trabajo es ayudar a la empresa productora de lápices de madera a detectar los puntos clave que hacen que su proceso no sea el más efectivo, provocando baja producción, producto de mala calidad y por ende un margen de pérdida económica.

UTILIDAD: Es útil porque nos proporciona una metodología para poder realizar mejoras durante un proceso de producción.

Burbano J. (2012), en su tesis de postgrado denominado, "Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de LEAN MANUFACTURING, caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias", la presente tesis busca realizar un análisis que permita extraer claras implicaciones estratégicas para el mejoramiento de las operaciones con un enfoque Lean para la eliminación de desperdicio, de manera que todas aquellas actividades competitivas cruciales sean aprovechadas por la empresa para desarrollar a largo plazo sus procesos. La tesis contempla el desarrollo de planes de mejoramiento que permiten la implementación de 5s como herramienta indispensable para continuar con herramientas tales como trabajo estandarizado, balanceo de la línea, desarrollo de sistema pull y TPM en la línea de panadería de industrias. Se espera que los elementos planteados en esta tesis sirvan como punto de partida para la implementación de estrategias de mejoramiento Lean en diferentes áreas de la organización.

UTILIDAD: Su importancia radica en que muestra la forma de cómo aplicar Herramientas de manufactura esbelta como 5s, sistema pull, TPM las cuales servirán de guía para la presente tesis.

Acero E. (2013), en su tesis de grado denominado, "Administración de operaciones aplicando lean manufacturing", la presente tesis se basará en el concepto de la administración de operaciones, los objetivos, así como la metodología de investigación basándose en la aplicación de la herramienta de gestión LEAN, con lo cual se proporcionara un enfoque integral de la administración de las operaciones en el marco de las nuevas tendencias contemporáneas aplicando la teoría de restricciones a fin de lograr una buena administración los recursos de una organización y/o sistema.

UTILIDAD: Es útil para la tesis porque muestra cómo aplicar Lean Manufacturing como herramienta de mejora de la productividad.

### **2.3. Estructura teórica y Científica que sustenta el estudio**

#### **Técnicas Lean**

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños.

Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso.

#### **HERRAMIENTA 5S**

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por "S": Seiri,

Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

El concepto 5S no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero, desafortunadamente, si lo es. Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad por lo que es la primera herramienta a implantar en toda empresa que aborde el Lean Manufacturing.

Produce resultados tangibles y cuantificables para todos, con gran componente visual y de alto impacto en un corto tiempo plazo de tiempo. Es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo.

Los principios 5S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Sin embargo, detrás de esta aparente simplicidad, se esconde una herramienta potente y multifuncional a la que pocas empresas le han conseguido sacar todo el beneficio posible. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

La implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. La dirección de la empresa ha de estar convencida de que las 5S suponen una inversión de tiempo por parte de los

operarios y la aparición de unas actividades que deberán mantenerse en el tiempo. Además, se debe preparar un material didáctico para explicar a los operarios la importancia de las 5S y los conceptos básicos de la metodología. Para empezar la implantación de las 5S, habrá que escoger un área piloto y concentrarse en ella, porque servirá como aprendizaje y punto de partida para el despliegue al resto de la organización. Esta área piloto debe ser muy bien conocida, debe representar a priori una probabilidad alta de éxito de forma que permita obtener resultados significativos y rápidos.

Los hábitos de comportamiento que se consiguen con las 5S logrará que las demás técnicas Lean se implanten con mayor facilidad. El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5S como inicio del camino hacia una cultura Lean. En la Figura 16 resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases.

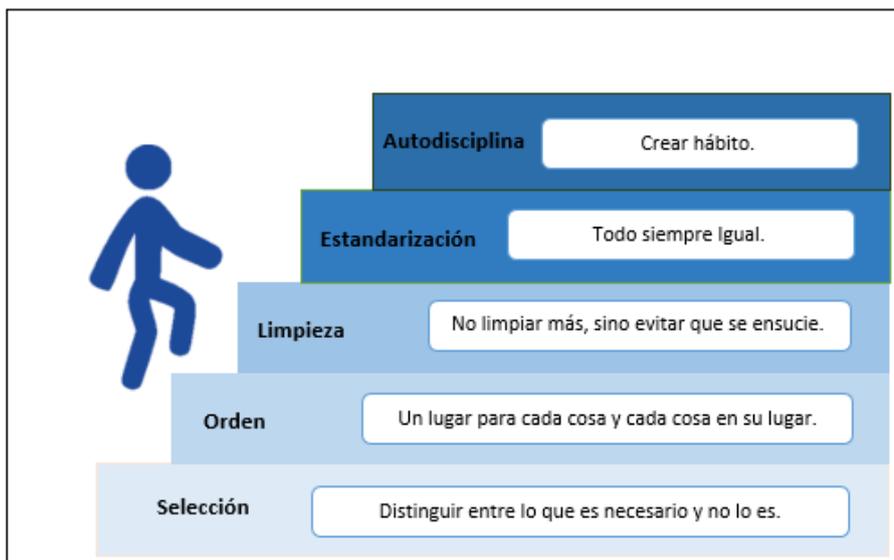


Figura 16: Descripción de las 5S .

Fuente: Hernandez,C.*Técnicas e Implantación de Lean Manufacturing* (2013).

Elaboración: Propia.

## Eliminar (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

Tabla 3:  
*Tarjeta Roja para identificación de elementos inútiles.*

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESECHO			

Fuente: Hernandez,C.*Técnicas e Implantación de Lean Manufacturing* (2013).

Elaboración: Propia.

## Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a

convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

### **Limpieza e inspección (Seiso)**

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas.

Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes (como los lugares donde se producen con frecuencia virutas, caídas de piezas, pérdidas de aceite, etc.) para poder así eliminarlos y no tener que hacerlo con tanta frecuencia, ya que se trata de mantener los equipos en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza.

### **Estandarizar (Seiketsu)**

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo.

El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.

- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

### Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación.

Tabla 4:  
Cuadro de Resumen de la técnica 5S.

Resumen de la técnica 5S				
SEIRI	SEITON	SEIDO	SEIKETSU	SHITSUKI
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5S

Elaboración: Propia.

## Sistema Pull

Un sistema pull es una técnica de manufactura esbelta para reducir el desperdicio de cualquier proceso de producción. La aplicación de un sistema pull permite comenzar un nuevo trabajo solo cuando exista una demanda de producto por parte del cliente. Esto brinda la oportunidad de reducir los gastos generales y optimizar los costos de almacenamiento.

Los sistemas pull forman parte de los principios de manufactura esbelta, nacidos a finales de los años 1940. Un sistema pull tiene el propósito de crear un flujo de trabajo donde se realiza el trabajo solo si hay una demanda para ello.

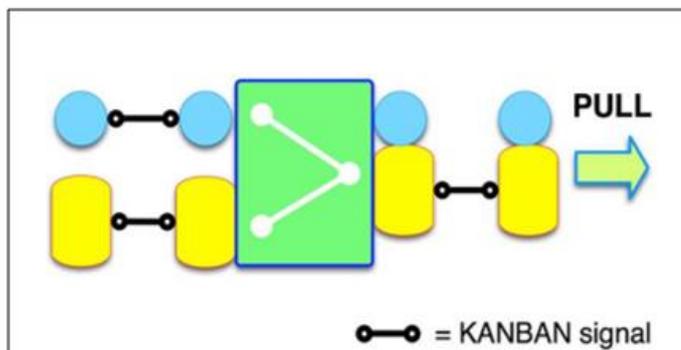


Figura 17: Flujo del Sistema Pull.

Fuente: Hernandez,C.*Técnicas e Implantación de Lean Manufacturing* (2013).

En este tipo de sistema, los componentes que se utilizan en el proceso de fabricación solo son reemplazados una vez que se hayan consumido, por lo cual las empresas solo fabrican los productos suficientes para satisfacer la demanda de los clientes.

Esto significa que todos los recursos de la compañía solo se utilizan para fabricar productos que se venderán y generarán una ganancia de inmediato.

Cuando la demanda del producto determina cuánto producir, se habla de sistema pull o enfoque pull. Los tamaños de las órdenes de producción son pequeños, se generan bajos costes por inventarios, y un riesgo bajo por obsolescencia del producto.

Este enfoque es conveniente cuando se compite por innovación y flexibilidad, y su implantación requiere de información rápida desde los puntos de venta, así como de

un sistema de producción rápido y flexible. Las desventajas de este enfoque son la necesidad de tener capacidad para los períodos de demanda pico, menores economías de escala y transporte.

En la orientación "pull" o de jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido.

### **Características**

El objetivo de un entorno de manufactura esbelta basado en el sistema pull es no hacer nada hasta que haya demanda. Los productos terminados no se fabrican sin un pedido específico del cliente.

Esencialmente, un sistema pull funciona al revés, comenzando con el pedido del cliente y luego utilizando señales visuales para impulsar la acción en cada paso anterior del proceso. El producto es halado a través del proceso de fabricación por la demanda del consumidor.

Es equivalente a una orden de trabajo. Las estaciones aguas arriba no comienzan a producir piezas hasta que reciban una señal. De esta manera, las señales Kanban controlan el movimiento de las materias primas y de los productos en proceso, a través de las estaciones de trabajo posteriores.

### **Gestión de un Sistema Pull**

Un Sistema Pull permite a los trabajadores realizar su próxima tarea solo si tienen la señal para comenzar a trabajar en ella.

Esto puede ayudar a priorizar mejor las tareas y prevenir que se sobrecarguen los equipos de trabajo. Al hacerlo así, el equipo puede permanecer enfocado en ejecutar justo a tiempo el trabajo más importante.

Para lograr los niveles más altos de productividad y eficiencia en el flujo de trabajo, mediante un sistema pull, se debe:

### **Aplicar señales de halado (pull)**

En primer lugar, es necesario establecer señales de halado. La mejor manera de hacerlo es mediante la creación de un flujo de trabajo visual, donde se pueda registrar y rastrear toda la información valiosa.

Este primer paso ayudará a obtener una visión general de todo el proceso de trabajo y a captar todas las señales importantes.

### **Controlar el sistema**

Después de construir el sistema pull visual, se necesita saber cómo controlarlo. Una de las formas más comunes de administrar el sistema pull de manera efectiva es limitando los trabajos en proceso. Esta es una de las prácticas principales del método kanban, que es un sistema pull generalizado.

### **Ventajas y desventajas del Sistema Pull**

#### **Ventajas**

- El principal beneficio del sistema pull es evitar el exceso de inventarios, junto con los gastos generales necesarios para administrar ese exceso de inventario.
- Es decir, reduce el desperdicio dentro de la empresa, al no realizarse una sobreproducción. También libera espacio en el lugar de trabajo y reduce el costo de almacenamiento del exceso de inventario.

- Las empresas que utilizan el sistema pull experimentan una mayor satisfacción del cliente, ya que los productos se fabrican específicamente para satisfacer sus solicitudes.
- Dado que los productos se fabrican en pequeñas cantidades, los problemas de calidad se identificarán más rápido.
- Un sistema pull permite ahorrar el tiempo utilizado planificando una demanda futura y fabricando productos que nunca se venderán.
- También se experimenta una mayor flexibilidad, ya que se puede responder rápidamente a cambios en la demanda.
- Cada una de estas ventajas reduce los costos totales para el negocio, ya sea directa o indirectamente, lo que resulta en un mayor beneficio.
- Los sistemas pull permiten recopilar datos históricos del flujo de trabajo y el tiempo promedio del ciclo de las tareas.

### **Desventajas**

- La principal desventaja es la susceptibilidad del sistema a interrumpirse. Un material defectuoso o una ruptura del proceso pueden ser muy problemáticos. Esto requiere anticiparse para corregir los problemas potenciales antes que ocurran.
- Otra de las desventajas del sistema pull es que es muy probable que se encuentren dilemas al realizar pedidos. Por ejemplo, que un proveedor no pueda realizar un envío a tiempo.
- Esto deja a la compañía incapaz de cumplir con el pedido del cliente y contribuye a su insatisfacción.

## Herramienta Kanban

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado.

El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final. Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta y la cantidad que refleja la misma es la que debe tener el envase o contenedor.

De esta forma, las tarjetas Kanban se convierten en el mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las diferentes estaciones de trabajo. Estas tarjetas recogen diferente información, como la denominación y el código de la pieza a fabricar, la denominación y el emplazamiento del centro de trabajo de procedencia de las piezas, el lugar donde se fabricará, la cantidad de piezas a producir, el lugar donde se almacenarán los artículos elaborados, etc.

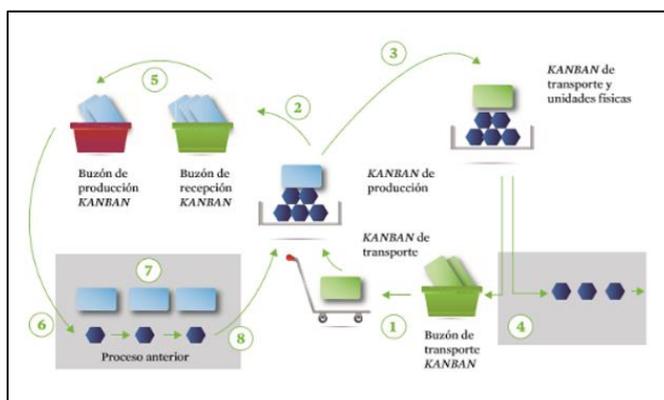


Figura 18: Esquema del Sistema Kanban.

Fuente: Hernandez,C.Técnicas e Implantación de *Lean Manufacturing* (2013).

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- El kanban de producción, que indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El kanban de transporte, que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

La principal aportación del uso de estas tarjetas es conseguir el reaprovisionamiento único del material vendido, reduciéndose de este modo, los stocks no deseados.

Cuando se explican las cuestiones técnicas de funcionamiento del sistema aparecen dudas: ¿cómo deben calcularse el número de tarjetas en circulación?, ¿y el número de piezas por kanban?, ¿qué pasa si una desaparece?, etc.

Aunque es necesario resolver estas cuestiones, lo realmente importante es formar un equipo de personas dispuestas a aprender, que busquen y encuentren caminos para minimizar el número de tarjetas para reducir y, finalmente, eliminar los stocks.

Tabla 5:  
*Ejemplo de Tarjeta Kanban.*

KANBAN	
CÓDIGO DEL ARTÍCULO	63 10 2200
DESCRIPCIÓN	PLA 63x10x2200
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de Tarjetas KANBAN	
2 de 2	
Almacen Estante:	A02
Material:	63x11

Fuente: Hernandez,C.*Técnicas e Implantación de Lean Manufacturing* (2013).

Elaboración: Propia.

### **Etiqueta kanban en el contenedor**

Las señales kanban pueden ser de muchas formas. El tipo más común de señal son las tarjetas kanban. Estas tarjetas se envían al paso anterior del proceso de fabricación para indicarle que se necesitan más productos o piezas.

Sin embargo, un kanban puede ser tan simple como un contenedor vacío que un trabajador pueda ver que debe rellenarse. El kanban proporcionará información al trabajador para reabastecer los artículos, tal como la cantidad del pedido y los números de pieza.

Las señales kanban brindan la forma más efectiva de implementar un sistema pull. Esto hará que un negocio sea en general más organizado, eficiente y rentable.

### **Tablero Kanban**

Por ejemplo, en un tablero Kanban, el flujo de trabajo se divide en diferentes etapas, como “Listo para comenzar”, “En proceso”, “En espera de revisión”, “Listo para entregar”, etc.

Al limitar los trabajos que pueden estar en proceso en cada etapa, se será capaz de crear un flujo suave de trabajo e identificar partes problemáticas en el mismo.

Contrariamente a la creencia común, que dice que se deberían realizar múltiples tareas a fin de terminar más trabajos, al limitar los trabajos en proceso realmente se permitirá que los miembros del equipo se centren en una sola tarea hasta su finalización.

Mientras el equipo de trabajo esté focalizado, se podrá alcanzar la excelencia en todo el flujo. De esta manera se podrá entregar el trabajo mucho más rápido.

Sin embargo, limitar los trabajos en proceso no será suficiente para construir un sistema pull sostenible. También deberá limitarse el tiempo que un elemento puede pasar en el sistema.

Este límite puede variar dependiendo del tamaño de la tarea. Si no se hace así, algunas tareas pueden pasar una gran cantidad de tiempo en proceso y reducir la eficiencia del flujo.

### **Mantenimiento Autónomo**

El Mantenimiento Autónomo surgió durante los años 70 en la industria automotriz de las fábricas Nippondenso, Toyota, Mazda y Nissan, gracias al esfuerzo de Japan

Institute of Plant Maintenance (JIMP). Ello fue una respuesta a la falta de control de los equipos en los que el avanzado nivel de complejidad tornaba más complicada las labores de mantenimiento.

En Japón, el lugar de origen del Mantenimiento Autónomo, los operadores eran quienes tenían la responsabilidad de realizar las actividades de producción y de mantenimiento de sus equipos. Con el pasar del tiempo y a medida que los equipos y máquinas iban ganando complejidad, se derivó en el sistema americano de división del trabajo, según el cual se designan áreas específicas para cada una de estas actividades, consiguiéndose independizar el mantenimiento de la producción.

La mejora de la eficiencia (mejor utilización de los recursos) y competitividad (disminución de los costes de producción) que puede lograrse de la mano del Mantenimiento Autónomo se deriva de:

- La combinación del trabajo y la permanencia de un operador en su mismo puesto de trabajo.
- El conocimiento adecuado de un trabajador sobre su equipo y lo que éste necesita, pues de esta manera puede darle un mantenimiento rápido y eficiente.
- El trabajador sabrá cuando su equipo está próximo a una avería o si necesita del cambio de alguna pieza.

### **Etapas del Mantenimiento Autónomo**

Según Álvarez (1996), el mantenimiento autónomo se debe considerar como un instrumento para intervenir una organización, esto significa, transformar su cultura, creencias y formas de actuar. En empresas que poseen procesos avanzados de mantenimiento autónomo, se pueden identificar las siguientes etapas de desarrollo de la organización:

- Etapa 1: Búsqueda de resultados Mejora de la efectividad de los equipos. Las actividades de mantenimiento autónomo se dirigen a eliminar las pérdidas de los equipos con la participación del personal.
- Etapa 2: Resultados sostenibles Mejora de las habilidades y capacidades personales para realizar intervenciones superiores. Se crea un sentido de

colaboración superior y alto compromiso del trabajador para mantener niveles de eficiencia sobresalientes en el sistema productivo.

- Etapa 3: Mejora de resultados Mejora del funcionamiento de la organización. Se crea una visión del trabajo autónomo, donde los ciclos de reflexión y aprendizaje se aplican a la mejora del funcionamiento de toda la empresa.

Estas etapas tienen propósitos diferentes, pero el principio es uno solo: mirar a la empresa como una organización que aprende. Una organización se transforma y mejora, en la medida en que adquiere más conocimiento y este se aplica en la mejora de los procesos. El mantenimiento autónomo tiene como propósito que en las áreas operativas se realicen acciones de aprendizaje a partir de la observación y el análisis permanente del proceso productivo. El sistema de trabajo de mantenimiento autónomo utiliza procesos de creación, transferencia y utilización del conocimiento producido durante el trabajo operativo, el cual se traduce en acciones de mejora del sistema productivo.

Cuando el mantenimiento autónomo se introduce en una empresa, el operario se prepara y desarrolla habilidades para mejorar las condiciones básicas de los equipos, a través de acciones individuales y rutinarias de inspección, lubricación, limpieza, verificación de ajustes y precisión, reparaciones livianas e identificación de situaciones anormales de su propio equipo; con el propósito de lograr mantener las condiciones básicas de las instalaciones.

Pero además de estas habilidades técnicas, el trabajador desarrolla otro tipo de competencias como: trabajo en equipo, análisis de problemas, capacidad de observación, organización del trabajo, formulación de metas personales y gestión de la rutina diaria. En forma paralela, los supervisores encargados de los equipos humanos, también se perfeccionan en sus funciones de liderazgo, delegación y transferencia de responsabilidades a los operarios (empowerment). En etapas avanzadas y debido a la formación permanente, el trabajador se encuentra en la capacidad de diseñar estándares de trabajo, realizar diagnósticos de calidad, analizar y estudiar mejoras al flujo del proceso, controlar la entrega a almacenes y otras acciones administrativas. En estas etapas avanzadas, los supervisores

asumirán la responsabilidad del entrenamiento y tutoría de los equipos de personas que les han sido asignadas.

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) propone desarrollar el mantenimiento autónomo en siete pasos, los cuales se implantan progresivamente siguiendo como proceso lógico el crecimiento del personal. Estos pasos permiten estructurar en forma ordenada, tanto el crecimiento técnico, como humano de los pequeños equipos de trabajadores.

### **Plan del Mantenimiento Autónomo según Nakajima**

El Mantenimiento Autónomo distingue siete 7 pasos durante el ciclo de implementación, en los cuales es muy importante trabajar la educación y el entrenamiento. El educar personas con voluntad, y el capacitar las habilidades técnicas para la realización óptima de las actividades de control autónomo.

#### **Paso 1: Limpieza Inicial**

Este primer paso enfatiza el deber del líder de orientar y motivar al grupo que tiene asignado, teniendo siempre en mente que cada individuo debe aprender y comprender de una manera sólida, de qué forma la voluntad y la capacitación técnica adquirida en un paso, puede ponerse en práctica en el siguiente paso.

Puntos principales de la limpieza inicial y de las actividades de grupo, la condición mínima que nos permite conseguir las situaciones básicas para construir una estructura de participación total, es iniciar con una actividad sencilla, pero con la cual sea posible conseguir la participación de todos en una tarea de necesidad imprescindible. Desde este punto de vista, la limpieza del equipo es un tema bastante adecuado para iniciar esta actividad.

Es necesario recordar que la lubricación previene el deterioro del equipo y es una de las condiciones básicas para la confiabilidad. No obstante, al visitar una línea de producción, verificamos muchas veces precipitaciones y adherencias de polvo en tanques de aceite, en el lubricado automático, en la toma de abastecimiento de

aceite, etc., o incluso, obstrucción en la tabulación del sistema centralizado de lubricación.

Por ello, al igual que las fallas internas tienden a ser consecuencia de una limpieza deficiente, la lubricación también sigue la misma tendencia, pues puede ser ejecutada defectuosamente y provocar fallas, productos defectuosos o fallas indirectas como: la reducción en la precisión de la operación, de las partes móviles y del sistema hidráulico y neumático.

Hacer limpieza no significa solo dejar a la maquina con una buena apariencia, hacer limpieza significa tener un contacto manual en todo el equipo, visualizar y detectar las fallas íntimas, la vibración, las anomalías en la temperatura, tener en cuentas que no produzca ruidos extraños, etc. En otras palabras: “limpieza es inspección” El perfeccionamiento de los 5 sentidos del operador hará que se descubran diversas anomalías en su equipo, hasta entonces desconocidas o consideradas normales.

Identificación de las anomalías en el momento de la limpieza el equipo es inspeccionado y las anomalías detectadas deben ser identificadas y etiquetadas para que posteriormente se realicen las acciones correctivas, por parte del propio operador o por el área de mantenimiento. El método de identificación es hecho a través de “etiquetas” fijadas, siempre que sea posible, en las anomalías.

### **Etiquetas para la identificación de las anomalías**

Etiqueta Azul, es la etiqueta para la identificación de las anomalías que el Operador es capaz de solucionar.

Etiqueta Roja, es la etiqueta para la identificación de las anomalías en las que el Operador no está capacitado para solucionar, y por lo tanto se necesita del área de mantenimiento para ser tratados.

## **Paso 2: Eliminación de las fuentes de contaminación y locales de difícil acceso**

Cuanto más esfuerzos se hacen en el paso de “limpieza inicial”, el deseo de no querer ensuciar el equipo se vuelve más fuerte y al mismo tiempo se incrementa la voluntad de realizar mejoras como:

- “Aunque limpiando varias veces, vuelve a estar sucio, además de invertir mucho tiempo... Tenemos que hacer otra cosa...”
- “El área que falló en el equipo fue detectado y tratado con mucho costo, y si, aun así, continuara igual o volviera a ocurrir... Se necesita pensar en otro tipo de solución...”
- “La actividad de la limpieza reduce las fallas, sin embargo, para reducirlas aún más necesitamos de conocimientos de los operadores para realizar las mejoras”

El segundo paso tiene por objetivo trabajar, de la mejor forma posible, la voluntad del personal para realizar mejoras en el equipo; al mismo tiempo en el que se estudia el método de conducción de mejora de los equipos, aprovechando la autoconfianza adquirida por los operarios a través de la motivación proporcionada por la mejora.

### **Objetivo de las mejoras**

- Facilitar y reducir el tiempo de limpieza:
  - Reducir al mínimo el área atendida por la contaminación.
  - Eliminar el origen de la contaminación.
  - Reducir al mínimo las fugas de aceite y limaduras.
  - Reducir al mínimo el área en el que hay fugas de aceite.
- Facilitar y reducir el tiempo de inspección:
  - Instalar ventanas para la inspección.
  - Estudiar un modo de impedir las fugas.
  - Instalar un indicador de nivel de aceite
  - Modificar el método de lubricación

- Cambiar el diseño de las tuberías
- Facilitar la sustitución de piezas

### **Paso 3: Elaboración del Estándar Provisorio de Inspección, Limpieza y Lubricación**

El significado original del mantenimiento de equipo consiste en conservar el “perfil ideal” de la máquina, siendo la función principal del mantenimiento autónomo. El retornar al equipo a sus condiciones básicas, significa ejecutar las tres actividades que previenen el deterioro: inspección, limpieza y lubricación. De este modo, teniendo como base las experiencias adquiridas a través de las actividades del primer y segundo paso, este tercer paso de “Elaboración de las normas básicas de inspección, limpieza y lubricación”, tiene por objetivos:

- Establecer “el perfil ideal” de las condiciones básicas en relación al equipo, para impedir el deterioro del mismo.
- Mantener la administración de la inspección, limpieza y lubricación.
- La elaboración de estándares por parte de los operadores, responsables de sus equipos.
- El refuerzo en el uso de controles visuales.

### **Concepto de Estándar**

El estándar es un instrumento de trabajo que debe ser consultado, seguido y modificado cuando sea necesario. Es una garantía de homogeneidad de procedimientos.

### **Definición de Estandarizar**

- Establecer de forma clara cómo una actividad debe ser realizada, de modo que se garantice no tener un desempeño inferior a lo establecido.
- Reunir personas y discutir los procedimientos para encontrar aquel que sea más adecuado para la realización de la tarea.

- Entrenar a las personas para asegurar que la ejecución se produzca de acuerdo con los procedimientos establecidos.

#### **Paso 4: Inspección General del Equipo**

Del primer al tercer paso fueron enfatizadas la “estructuración de las condiciones básicas”, la detección de inconveniencias en el equipo, la ejecución de medidas de combate a las fuentes de contaminación, y la elaboración de estándares de inspección, limpieza y lubricación. A través de estas actividades se eliminó el deterioro y se creó “una visión aguda para detectar las anormalidades”, adquiriendo así conocimientos referentes al “raciocinio y método de conducción de la mejora del equipo” Los pasos hasta aquí analizados, se enfocan en detectar las irregularidades que pueden ser percibidas a través de los 5 sentidos. El objetivo de este cuarto paso es avanzar un poco más, comprendiendo profundamente la función y la estructura del equipo, para conseguir la ejecución de la inspección diaria, teniendo como base el conocimiento y la teoría relacionados al equipo.

#### **Método de conducción del cuarto paso**

El cuarto paso será conducido de la siguiente forma:

1. Listado de los materiales.
2. Preparación de los materiales didácticos y elaboración del plan de entrenamiento
3. Entrenamiento de los líderes.
3. Entrenamiento por transmisión a los operadores.
4. Ejecución de las actividades, de manera que se aprenda a través de la detección de inconveniencias (inspección general).

#### **Paso 5: Inspección Autónoma**

El estándar provisorio ejecutado en el tercer paso, fue optimizado por el ciclo de capacitación del cuarto paso, lo que se buscaba era mejorar aún más la confiabilidad, calidad y capacidad del mantenimiento de los equipos. Es preciso por lo tanto revisar nuestros estándares, de modo que, al incrementarse la eficiencia de las inspecciones, se eliminen los errores de verificación, los cuales demandan

mucho y no permitan el control total sobre los equipos. La calidad de los equipos y las condiciones correctas de control son fundamentales para reducir las fallas a cero. Los nuevos estándares deben ser confrontados con otros ya existentes, como el del mantenimiento. El trabajo conjunto será necesario para evitar redundancias y realizar la división de las actividades.

### **Paso 6: Estandarización**

El énfasis dado en los pasos anteriores se concentra en el mantenimiento de las condiciones básicas y las inspecciones diarias de los equipos. La estandarización se destina a asegurar el mantenimiento y el control de estas actividades, así como a ampliar las funciones del operador a los cuidados de las áreas que se encuentran alrededor de los equipos.

El proceso de las inspecciones autónomas está compuesto por medidas “Kaizen”, donde se toman en cuenta las fallas, se ejecutan medidas y normas defensivas que permitan solucionar y lograr los resultados. La secuencia de los pasos muestra la evolución de las actividades, desde la preocupación por los equipos hasta aspectos de calidad y movilidad de trabajo. La preocupación por los procesos ergonómicos, la ley fuera de área, el criterio de estandarización del trabajo, la monitorización por controles visuales (paneles, cuadros, etiquetas, etc.), el control de los materiales usados, la estandarización de los métodos de recolección de datos, el criterio de control de piezas, y la garantía de la calidad en los procesos; son algunos de los principales objetivos para alcanzar el control del sistema.

### **Paso 7: Control Autónomo**

Los resultados obtenidos en el equipo, las personas y el propio ambiente de trabajo fueron alcanzados después de ser desarrolladas los 6 primeros pasos. El paso 7 consiste en el reconocimiento de las capacidades individuales adquiridas, con la participación en la conducción de nuevas metas que se encuentran en concordancia con las directrices de la empresa, para lo cual es necesario identificar con el sentimiento del ciclo infinito denominado “Kaizen”.

La formación del personal continúa siendo un aspecto importante en este paso, ya que se busca mejorar los diagnósticos y establecer metas temporales. El objetivo es que se pueda construir un tren con energía propia, en lugar de una locomotora de electricidad.

La visión histórica de los sucesos, la satisfacción de los resultados y la “Participación Total”, demuestran la plenitud de las condiciones y capacidad de la mano de obra.

### **Optimizar proceso o Estandarización del proceso**

La optimización de procesos es la disciplina de ajustar un proceso para optimizar un conjunto específico de parámetros sin transgredir algunas restricciones. Los objetivos más comunes están relacionados con minimizar el costo, maximizar el rendimiento y / o la eficiencia. Esta es una de las principales herramientas cuantitativas en la toma de decisiones industriales.

#### **¿Qué busca la optimización de procesos de negocio?**

Eliminar los errores técnicos o humanos, haciendo frente a los cambios constantes que se producen en el día a día de una empresa: cambios en el mercado, gustos, en las tendencias de consumo, en la irrupción de nuevas tecnologías, etc.

Mejorar la eficiencia de todo el personal de la empresa, sin importar su función o la posición que ocupen en el organigrama.

Ahorrar en los costes dedicados a la ejecución de un proceso, aumentando su rentabilidad.

Agilizar al máximo los procesos automáticos y repetitivos que se producen en los distintos trabajos y tareas ejecutados en la empresa, tanto los realizados de manera individual como los que se ejecutan en equipo.

### **Pasos a realizar para la optimización de procesos**

La palabra que mejor resume la optimización de procesos es, sin duda, cohesión. Así, se trata en gran medida de cohesionar todas las áreas de la empresa, a los

trabajadores con sus funciones respectivas, y, sobre todo, de los objetivos con respecto a las necesidades del cliente.

Toda esa labora persigue un objetivo principal: eliminar las barreras que impidan que, tanto las personas involucradas como los sistemas que refuerzan su trabajo, realicen bien sus tareas.

A pesar de que cada vez más organizaciones están incorporando la optimización de procesos, aún hay muchas que buscan la mejor manera de implementar el sistema. En realidad, no hay ningún método estándar, sino que existen varios diferentes, cada uno con características adaptables a cada idea de negocio.

Aun así, podemos apuntar una serie de pasos que son lo más parecido a un método global para implementar la optimización de procesos, ya que pueden aplicarse en la mayoría de los sectores empresariales:

#### **a. Identificar**

Lo primero que hay que hacer es identificar cuáles son los problemas de la empresa que queremos solucionar mediante la optimización de procesos. Esto es, se trata de descubrir qué procesos son los que necesitan mejorar.

Una vez que se hayan descubiertos de qué procesos se trata, es importante plantearse una serie de cuestiones para determinar cuál es la columna vertebral de cada proceso, aquello que no se puede cambiar.

Por ejemplo:

¿Cuál es el objetivo final de este proceso? ¿Cuál debe ser el resultado?

¿Dónde comienza el proceso y dónde termina?

¿Qué actividades son parte del proceso?

¿Qué departamentos y trabajadores están involucrados?

¿Qué información viaja entre los pasos?

## **b. Diseñar el proyecto**

Cuando se haya completado el paso siguiente, llega el momento de comenzar a diseñar el proyecto. Para ello, hay varias tareas que son fundamentales:

Diseñar el proceso y asegurarse de que todo el personal involucrado tenga claro el objetivo que se persigue.

Elegir los recursos tecnológicos necesarios para llevar a cabo los procesos, controlar su desarrollo y medir los resultados.

## **c. Definir los tiempos y respetarlos.**

El equipo tiene que estar implicado en el proyecto. No solo tiene que seguir los pasos, sino que debe sentirse libre para ofrecer sus ideas o preguntar las dudas que surjan.

## **d. Implementar**

La siguiente fase es la de implementación del sistema. Cuando ya se conozca el proceso en detalle y se hayan identificado las posibilidades de cambio, es el momento para poner en práctica el proceso de una manera nueva.

Este paso es, quizás, la parte más delicada de la optimización de procesos. Para que todo vaya bien, es muy importante la participación e implicación de todos los trabajadores. Cada persona implicada tiene que saber a la perfección qué cambios se tienen que aplicar.

## **e. Análisis**

Para que los análisis sean los más eficaces posible es importante contar con algunas herramientas tecnológicas que permite obtener datos objetivos. Gracias a estas herramientas podrás medir los resultados, analizarlos y comprobar si se han

cumplido los objetivos marcados en el proceso al que hayas aplicado la optimización.

#### **f. Identificación de áreas problema y sus soluciones**

En cualquier caso, el análisis debe ofrecer información acerca de los problemas que provocan que los resultados no sean los esperados.

Mientras se realiza el análisis es muy común que vayan apareciendo una serie de posibles soluciones. Estas tienen que ser analizadas en profundidad, ya que el paso siguiente será volver a rediseñar el proceso. Hay que tener en cuenta que volver a empezar puede generar costos añadidos y, muchas veces, resistencia por parte de los participantes en el proyecto.

#### **g. Seguimiento posterior**

El control regular que se haga después de que las acciones se han llevado a cabo es una de las fases más importantes a la hora de implementar la optimización de procesos. El objetivo de este seguimiento es comprobar si la adaptación de la empresa a la optimización ha sido un éxito.

Finalmente, el punto culminante del seguimiento llegará cuando la empresa haya asumido la mejora continua como parte de su filosofía.

### **2.4. Definición de términos básicos**

**Lean manufacturing:** Metodología de trabajo para simplificar las operaciones reduciendo al mínimo las diez grandes fuentes de desperdicios. (Socconini, 2019).

**Automatizar:** Aplicar máquinas o procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria. (D'Addario, 2017).

**Contaminación ambiental:** Es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en

lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. (Romero,2010).

**Ergonomía:** Es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). (Delgado,2011).

**Eficiencia:** Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado. (McGraw-Hill Interamericana, 2011).

**Estandarizar:** es el proceso de ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento; con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común. (Estévez,2015).

**Calidad:** Grado en el que un producto o servicio cumple los fines para los cuales se fabrica o se presta, y le da total satisfacción al consumidor, incluso superando sus expectativas. (Barbosa, 2016).

**Implementar:** Es la realización de una aplicación, o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política. (Villaseñor y Galindo, 2016).

**Manufactura:** Proceso de fabricación de un producto que se realiza con las manos o con ayuda de máquinas. (Lawrence, 2019).

**Mantenimiento:** Es la acción que se dedica a la conservación de equipo de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar. (Gonzales, 2018).

**Producción:** Todo proceso de transformación de los recursos en bienes y servicios mediante la aplicación de una determinada tecnología. (Anaya, 2017)

**Optimizar:** Se refiere a buscar la mejor manera de realizar una actividad. (Rother, 2018).

**Propuesta:** Idea o proyecto sobre un asunto o negocio que se presenta ante una o varias personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo. (Córdoba, 2019).

**Kaizen:** Cambios menores o mejoras que se dan continuamente. Son rápidas y efectivas en procesos de mejora que se aplica herramientas Lean. (Socconini y Reato, 2019).

**Productividad:** Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. (García, 2018).

**Proceso:** Es un conjunto de actividades o eventos coordinados u organizados, que se realizan o suceden alternativa o simultáneamente, bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. (Prado, 2017).

**Desperdicio:** Cualquier actividad que consume recursos, pero no agrega valor. Se clasifican de dos maneras: necesarias para el proceso pero que no agregue valor o no necesaria para el proceso y que no agregue valor. (Socconini, 2018).

## **2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis (figura o mapa conceptual)**

Mediante las herramientas de Lean Manufacturing se pueden solucionar los distintos problemas en una empresa, algunas herramientas son: 5s, Sistema Pull, Mantenimiento Autónomo, Optimización del Proceso.

La teoría redactada anteriormente, puede apreciarse en la Figura 19

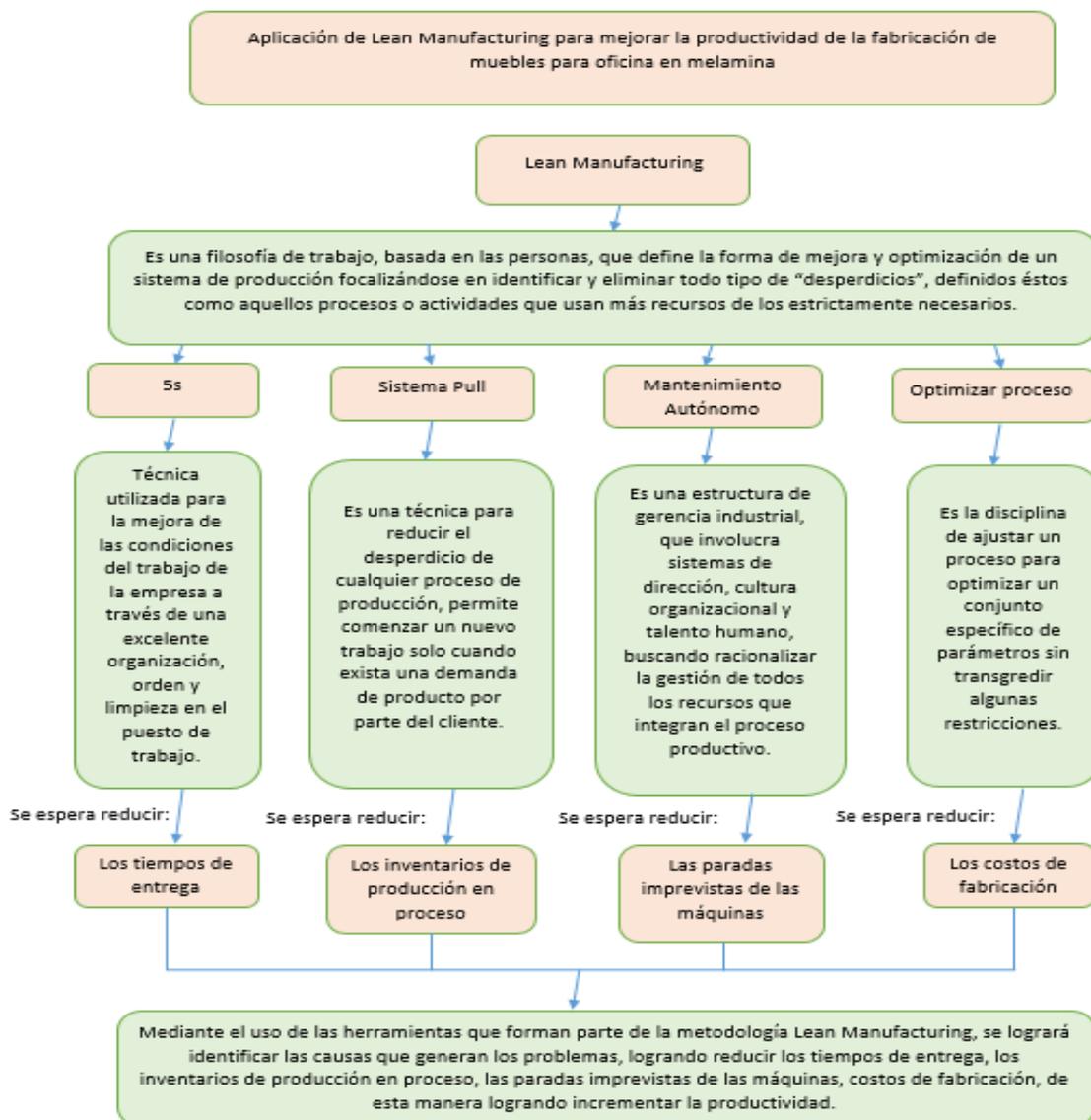


Figura 19: Mapa Conceptual del marco teórico.

Fuente: Soctchmer,A. *Herramientas y Conceptos sobre Lean Manufacturing* (2010).

Elaboración: Propia.

## 2.6. Hipótesis

### 2.6.1 Hipótesis General

Mediante la aplicación de Lean Manufacturing se mejorará la productividad de fabricación de muebles para oficina en melamina.

## 2.6.2 Hipótesis Específicas

- a. Mediante la implementación de las 5s, se reducirá los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.
- b. Mediante la implementación de un sistema pull, se reducirá los inventarios en proceso de la fabricación de muebles para oficina en melamina.
- c. Mediante la implementación de un mantenimiento autónomo, se reducirá las paradas imprevistas de las máquinas.
- d. Mediante la Optimización de procesos, para la fabricación de muebles para oficina en melamina, se reducirá los costos de fabricación.

## 2.7. Variables

### Relación entre variables

- **Hipótesis General**

Variable Independiente: Aplicación de Lean Manufacturing.

Variable Dependiente: Productividad.

- **Primera Hipótesis**

Variable Independiente: Implementar 5s.

Variable Dependiente: Tiempos de entrega.

- **Segunda Hipótesis**

Variable Independiente: Implementar Sistema Pull.

Variable Dependiente: Inventarios.

- **Tercera Hipótesis**

Variable Independiente: Implementar Mantenimiento Autónomo.

Variable Dependiente: Paradas imprevistas.

- **Cuarta Hipótesis**

Variable Independiente: Optimización de procesos.

Variable Dependiente: Costos de fabricación.

### **Operacionalización de variables**

Las variables independientes como las variables dependientes y sus indicadores, presentadas anteriormente permitieron trasladar el marco metodológico en un plan de acción, donde se pudo determinar en detalle el método a través del cual cada una de las variables serán medidas y analizadas. (Ver Tabla 6 y Tabla 7)

Tabla 6:  
*Matriz de Operacionalización variable dependiente.*

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Mejora de productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina.	% de productividad mensual.	Permite mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina.	Reporte mensual de productividad.
Reducir tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	% de muebles acabados correctamente mensual.	Permite mejorar los cortes de madera melamina	Reporte mensual sobre muebles acabados correctamente.
Inventarios de producción en proceso.	% inventarios de producción en proceso mensual.	Permite mejorar los materiales que se necesitan para la fabricación de muebles en melamina.	Reporte mensual de pedidos entregados en la fecha indicada.
Paradas imprevistas de las máquinas.	% de paradas imprevistas de las máquinas mensual.	Permite reducir las paradas imprevistas de las máquinas.	Reporte mensual de fallas de máquinas.
Costos de fabricación.	% de Costo de Fabricación mensual.	Permite optimizar los procesos de fabricación de muebles para oficina en melamina.	Reportes mensuales de procesos acabados correctamente.

Elaboración Propia.

Tabla 7:  
*Matriz de Operacionalización variable independiente.*

VARIA. INDEPEND	INDICADOR VI	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Aplicación de Lean Manufacturing.	aplica/no aplica	Permite mejorar la fabricación de muebles en melamina.	Reporte mensual sobre % de mejoras con respecto al mes anterior.
Implementación de las 5s, en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	aplica/no aplica	Permite optimizar los recursos e insumos para la fabricación de muebles de escritorio en melamina.	Reporte mensual de capacitación no realizada sobre las 5s.
Implementación de un sistema pull.	aplica/no aplica	Permite obtener los inventarios en proceso.	Reporte mensual de materiales no atendidos.
Implementación de un Mantenimiento Autónomo.	aplica/no aplica	Permite obtener maquinas en correcto funcionamiento.	Reporte mensual del mantenimiento autonomo realizado.
Optimización de procesos.	aplica/no aplica	Permite reducir los costos de fabricación.	Reporte mensual de los costos de fabricación.

Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Tipo, método y diseño de la investigación**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que utiliza la recolección y el análisis de datos para la comprobación de las hipótesis planteadas.

Según el concepto de otro autor, un enfoque cuantitativo es “un modelo cuantitativo es muy específico y concreto. Por lo general plantean hipótesis y luego se verifican si son verdaderas o falsas”. (Arbaiza, 2016).

Otro concepto de enfoque cuantitativo es, “cuando permite examinar los datos de la investigación de forma numérica, utilizando la recolección de datos para probar hipótesis” (Barrantes, 2018).

- **Tipo de la investigación**

Esta investigación, es de tipo aplicada, debido a que se aplicarán conocimientos ya establecidos para modificar una situación.

- **Método de la investigación**

El método de la investigación es explicativa, ya que “es aquel tipo de estudio que busca descubrir los orígenes, causas y razones del problema de investigación, trata de responder o dar cuenta del porqué del objeto de investigación (Azañero, 2016).

Otro autor nos menciona que “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos del establecimiento de relaciones entre conceptos, es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (Fernández, 2016).

- **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es variable cuasi experimental, ya que tiene como finalidad demostrar la relación entre las variables mencionadas anteriormente mediante la manipulación de las variables independientes.

Es un diseño cuasi experimental debido a que “no se asignó a la suerte la muestra de los grupos de investigación que recibirán el tratamiento experimental”. (Azañero, 2016).

### **3.2. Población y muestra**

La población es el Área de Producción de la empresa, la cual comprende las líneas de producción: área de corte, área de lijado, área de canteado y el área de armado.

- a. Línea de escritorios para oficina en melamina.
- b. Estantes para libros en melamina.
- c. Estantes para reposteros en melamina.
- d. Percheros.

La Población es Finita.

La muestra es la línea de fabricación de muebles para oficina en melamina.  
Se tomará el muestreo no probabilístico, porque se tomarán lotes de producción de cada mes de escritorios para oficina en melamina.

- **Población General**

Registro de la productividad de la planta de muebles para oficina en melamina del año 2019.

- **Muestra General**

Registro de la productividad de la línea muestra de la planta de muebles para oficina en melamina del año 2019.

A continuación, se presenta la población y la muestra que se emplearán por cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación.

- ✓ **Para la primera variable dependiente específica**

- **Población**

Dato de los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina, tomados del año 2019.

- **Muestra**

Datos de los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina del año 2019, de la línea de producción que se tomó como muestra.

- ✓ **Para la segunda variable dependiente específica.**

- **Población**

Todos los datos de los inventarios de producción en proceso, mensual de la fabricación de muebles para oficina en melamina del año 2019.

- **Muestra**

Todos los datos de registros de los inventarios de producción en proceso mensual de la línea de muestra del año 2019.

✓ **Para la tercera variable dependiente específica.**

- **Población**

Todos los datos de paradas imprevistas de máquinas, mensuales de la planta de muebles para oficina en melamina en el año 2019.

- **Muestra**

Todos los datos de registros de paradas imprevistas de máquinas, mensuales de la línea de muestra en el año 2019.

✓ **Para la cuarta variable dependiente específica.**

- **Población**

Todos los datos de costos de fabricación, mensuales de la planta de muebles para oficina en melamina en el año 2019.

- **Muestra**

Todos los datos de registros de costos de fabricación, mensuales de la línea de muestra en el año 2019.

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica empleada para la recolección de datos, es el análisis documentario de los registros y reportes de trabajo del área de producción que se encuentran en las

hojas manuales y archivos de Excel.

Los instrumentos a utilizar son formatos, registros en formato de Excel del área de producción.

#### **a. Técnicas de recolección de datos**

- **Para la primera variable dependiente específica**

Reportes en formatos manuales y en Excel.

#### **b. Instrumentos de recolección de datos**

El procedimiento de la recolección de datos fue mediante el registro de los resultados dentro de los reportes de producción en formatos manuales y en excel implementados en la empresa, en el área de producción, se registran los resultados tales como tiempos de entrega, inventarios de producción en proceso, paradas imprevistas de máquinas, dentro de los reportes de producción, los cuales son validados por jefatura de planta, en cada turno. Todos estos reportes diarios se adjuntan en un solo archivo para su posterior análisis.

- **Validez del instrumento**

Al tratarse de reportes en formatos manuales y Excel, no cuentan con validez ni confiabilidad, todos los datos son validados internamente en el área de producción, tanto por el grupo de trabajo y por jefatura de planta.

En la presente Tabla 8 se muestran las técnicas a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas.

Tabla 8:  
*Técnicas e instrumentos.*

Variable dependiente	Indicador	Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar
Reducir tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina	Porcentaje de muebles acabados correctamente mensual	Análisis documental	Registro de contenido del documento
Inventarios de producción en proceso	Porcentaje de inventarios de producción en proceso mensual	Análisis documental	Registro de contenido del documento
Paradas imprevistas de máquinas	Porcentaje de paradas imprevistas de las máquinas mensual	Análisis documental	Registro de contenido del documento
Costos de fabricación	Porcentaje de costos de fabricación mensual	Análisis documental	Registro de contenido del documento

Elaboración Propia.

### 3.4. Descripción de procedimiento de análisis

Los datos recolectados del proceso de producción, serán analizados en el software estadístico SPSS, con el cual se podrá realizar la interpretación de los resultados.

Con las variables y sus indicadores ya establecidos anteriormente, permite medir, analizar y verificar los datos, y así obtener la información suficiente y necesaria para el análisis de los resultados de la investigación. Para ello se desarrolló la matriz de análisis de datos que se muestra a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9:  
*Matriz de análisis de datos.*

Variable dependiente	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis referencial
Reducir tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina	Porcentaje de muebles acabados correctamente mensual	Escala de razón	Tendencia central (media)	T-Student Shapiro Wilk
Inventarios de producción en proceso	Porcentaje de inventarios de producción en proceso mensual	Escala de razón	Tendencia central (media)	T-Student Shapiro Wilk
Paradas imprevistas de máquinas	Porcentaje de paradas imprevistas de las máquinas mensual	Escala de razón	Tendencia central (media)	U-Mann Whitney Shapiro Wilk
Costos de fabricación	Porcentaje de costos de fabricación mensual	Escala de razón	Tendencia central (media)	U-Mann Whitney Shapiro Wilk

Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. Resultados**

#### **Implementación de 5S**

La implementación de 5 S se realizó en el almacén y en el área de corte, debido a que se encontró una mala gestión en el almacén, a la vez un gran porcentaje de los cortes de melamina obtenidos para la fabricación de los muebles, se encontraban en retraso para su entrega al área siguiente, debido a encontrarse cortes de melamina innecesarios, materiales y herramientas en desorden.

Para la implementación de las 5S, se realizó una capacitación por cada fase de esta herramienta, en el área de almacén y en el área de corte, a continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada fase de esta herramienta.

- **Seleccionar**

En esta fase, el objetivo es clasificar lo que es necesario, tanto en el almacén, como en el área de corte, ya que son las áreas involucradas que generan retrasos en la fabricación de muebles para oficina en melamina.

Para lo cual se utilizó un formato de selección de objetos para identificar los necesarios y los innecesarios. Ver Tabla 10.

Tabla 10:  
*Lista de objetos necesarios en el almacén.*

Área de Almacén: Lista de Objetos Necesarios		
N°	Objeto	Cantidad
1	Melamina MDF Cedro	90 planchas (1.83m x 2.75m x 18mm)
2	Hoja de cierra cinta	5
3	Correderas	1090
4	Cintas para cantear	14 rollos
5	Pegamento de contacto	45 galones
6	Desarmadores estrella	6
7	Flexómetros	8
8	Triplay	25 planchas (1.22m x 2.44m x 4mm)
9	Tiradores	540
10	Ángulos de metal	720
11	Tornillos autoroscantes melamina	2900
12	Cutter	6
13	Lija fina	12 pliegos
14	Tapas adhesivas	54 pliegos
15	Avellanador	5
16	Taladro inalámbrico	4
17	Atornillador inalámbrico	4
18	Broca de 4mm para madera	12
19	Juego de punta estrella para atornillador inalámbrico	4
20	Juego de fresas para ruteadora	4
21	Escuadras	4
22	Soporte para melamina	720
23	Mascarillas	50

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración Propia.

Al identificar los objetos necesarios, ahora se tiene definido que objetos deben estar en el área de almacén, de esta forma se puede evitar la demora por parte de almacén de despachar los materiales e insumos para la producción de los muebles de melamina.

También se logró identificar los objetos innecesarios en el área de almacén, los cuales se muestran a continuación en la siguiente Tabla 11.

Tabla 11:  
*Lista de objetos innecesarios en el almacen.*

Área de Almacén: Lista de Objetos Innecesarios		
N°	Objeto	Cantidad
1	Melamina MDF Cedro dañados	6 planchas (1.83m x 2.75m x 18mm)
2	Hoja de cierra cinta antiguas	12
3	Correderas dañadas	20
4	Cajas de herramientas vacía	5
5	Cajas de cartón	25
6	Desarmadores estrella dañados	30
7	Flexómetros dañados	15
8	Triplay dañados	4 planchas (1.22m x 2.44m x 4mm)
9	Tiradores dañados	40
10	Juego de punta estrella para atornillador inalámbrico dañados	3
11	Tornillos autoroscantes dañados	150
12	Desarmadores planos dañados	25
13	Pegamento de contacto vencidos	4
14	Cutter dañado	6
15	Avellanador dañado	8
16	Juego de fresas para ruteadora	4
17	Broca de 4mm para madera	12
18	Martillos	10

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Con respecto al área de corte se utilizó un formato de selección de objetos para identificar los necesarios y los innecesarios. Ver Tabla 12.

Tabla 12:  
*Lista de objetos necesarios en el área de corte.*

Área de corte: Lista de Objetos Necesarios		
N°	Objeto	Cantidad
1	Máquina de corte lineal	1
2	Flexómetros	1
3	Escuadra	1
4	Carrito para transportar cortes ya finalizados	1
5	Escoba	2
6	Recogedor	2
7	Recipiente para acumular el aserrín proveniente del corte de melamina	1
8	Ruteadora para los redondeos	2

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Al identificar los objetos necesarios, ahora se tiene definido que objetos deben estar en el área de corte, de esta forma se puede evitar la demora de los cortes de melamina, optimizando la producción de los muebles de melamina.

También se logró identificar los objetos innecesarios en el área de corte, los cuales se muestran a continuación en la siguiente Tabla 13:

Tabla 13:  
*Lista de objetos innecesarios en el área de corte.*

Área de corte: Lista de Objetos Innecesarios		
N°	Objeto	Cantidad
1	Hojas de sierra cinta dañados	5
2	Flexómetros dañados	3
3	Escuadras dañadas	3
4	Lentes de protección visual dañados	5
5	Escoba deteriorada	4
6	Recogedor deteriorado	3
7	Cajas de cartón	5

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestran algunas imágenes de algunos objetos innecesarios dentro de almacén de planta. Ver Figura 20 y 21.



*Figura 20:* Objetos innecesarios en el almacén.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.



*Figura 21:* Objetos innecesarios en el almacén.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Ya identificado aquellos objetos que no son necesarios en el área de almacén, y área de corte, se procede a retirarlos, con el fin de evitar cualquier tipo de error o confusión por parte de almacén y el área de corte, de entregar algún tipo de material e insumo que no corresponda para el proceso de fabricación del mueble en melamina.

### **Organizar**

Teniendo solo los objetos necesarios dentro del área de almacén y el área de corte, ahora se debe de organizar de tal forma que facilite su manipulación, y fluidez, dependiendo del uso y necesidad de cada objeto.

Algunos materiales e insumos críticos para el proceso, se encontraban a una larga distancia del área de producción, lo cual era un causante de generación de retrasos, debido a que, por falta de estos materiales e insumos o llegada tardía de estos, ocurrían problemas en el proceso de fabricación. A continuación, se presenta el layout del almacén antes de la etapa organizar. Ver Figura 22.

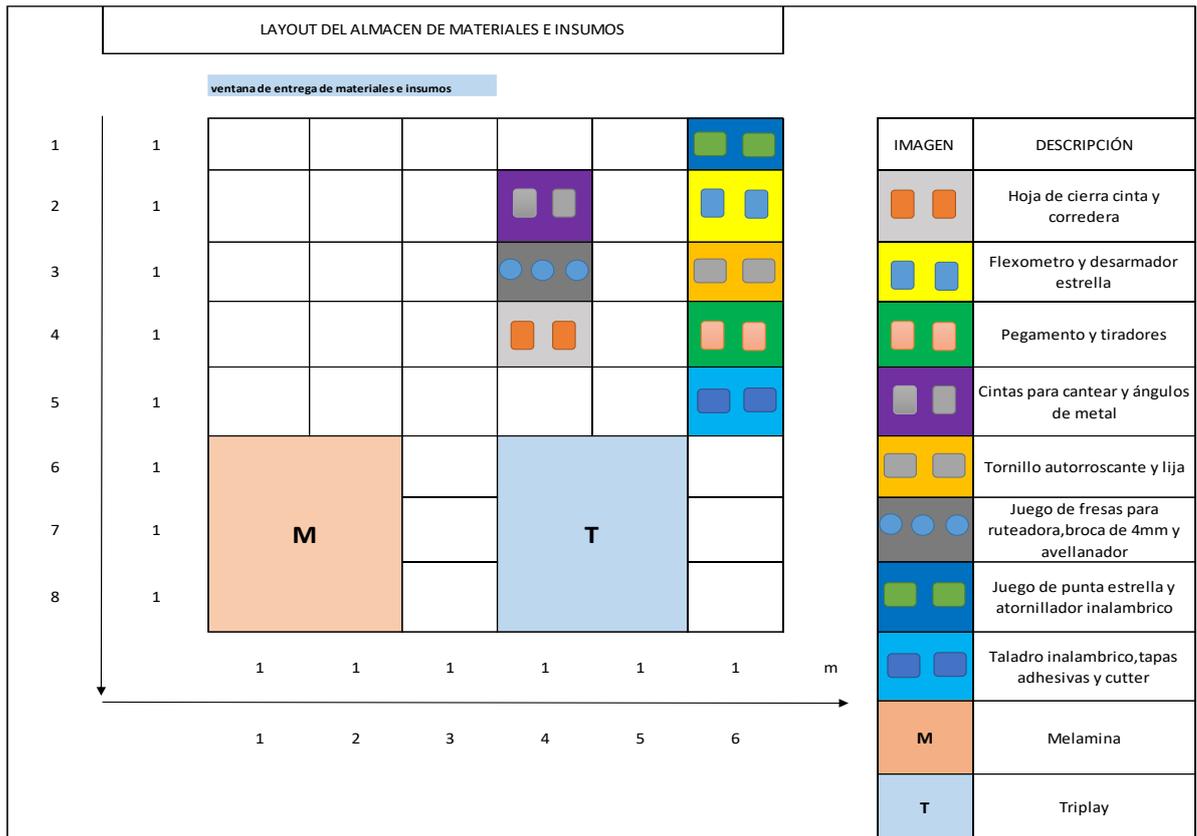


Figura 22: Layout antes de la fase organizar del almacén.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Como se aprecia en la figura anterior, después de la fase seleccionar, ahora solo quedaron los objetos necesarios dentro del área, pero estaban mal posicionados para poder cumplir con las diferentes situaciones que se podían presentar en el área de producción,

La materia prima principal, la melamina, se encontraba al fondo del almacén, la mayor parte muy distante al área de producción. Las hojas de sierra cinta, correderas, juego de fresas, brocas de 4mm, avellanadores, cintas para cantear y los ángulos, se encuentran obstaculizando el camino que se utiliza para despachar las planchas de melamina, y no permitían el libre flujo a otros insumos de producción, generando demora.

Se realizó la coordinación con el personal de almacén para organizar la distribución de las materias primas e insumos, de tal forma que facilite el abastecimiento correcto y a tiempo al área de producción, teniendo en cuenta para ello, la frecuencia de uso,

urgencia, y criticidad. A continuación, se muestra la distribución del almacén, luego de la fase organizar. Ver Figura 23.

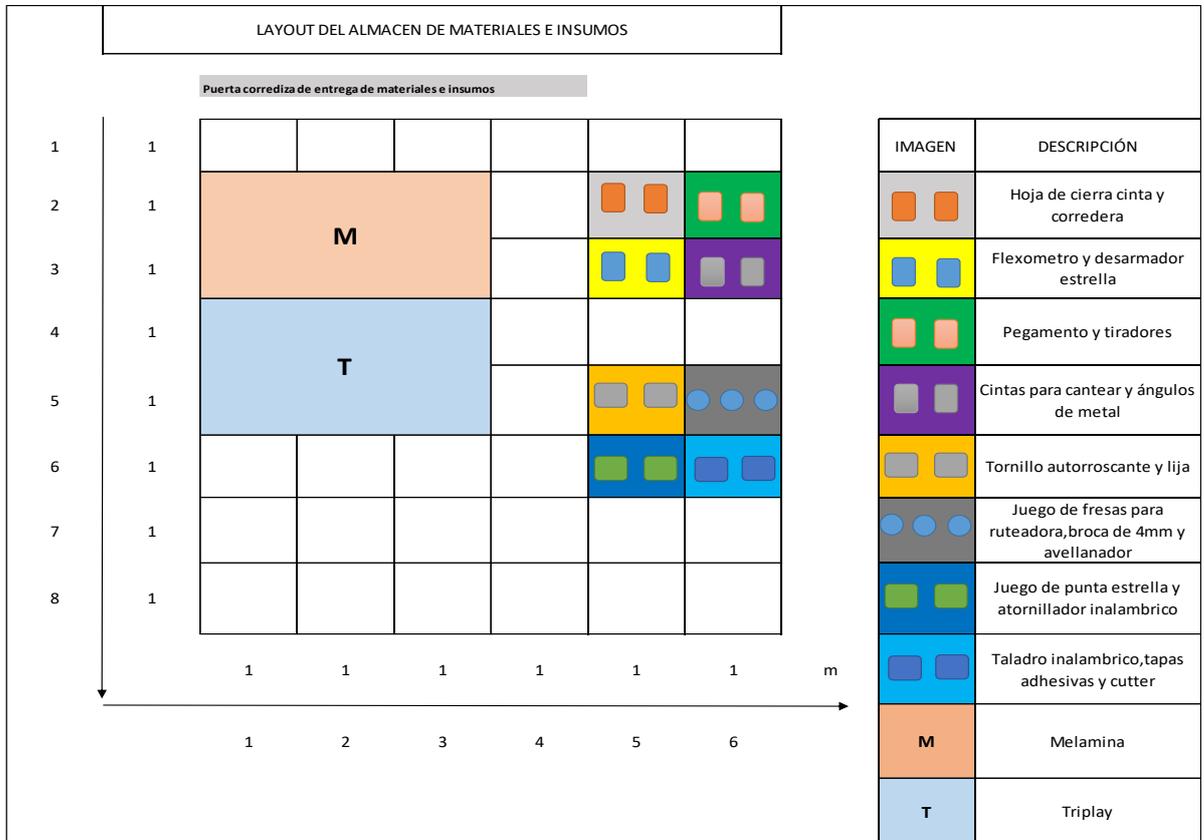


Figura 23: Layout después de la fase organizar del almacén.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

La distribución actual del almacén ahora permite un abastecimiento continuo y correcto de las materias primas e insumos, para ello se colocó las planchas de melamina y las planchas de triplay cerca al lugar donde se entregan las planchas, materiales e insumos.

También se consideró andamios de metal para colocar los materiales e insumos en forma vertical.

A continuación, se muestran una imagen después de aplicar el segundo paso. Ver Figura 24.



Figura 24: Almacén después de ordenar.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, también se presenta el layout del área de corte antes de la etapa organizar. Ver Figura 25.

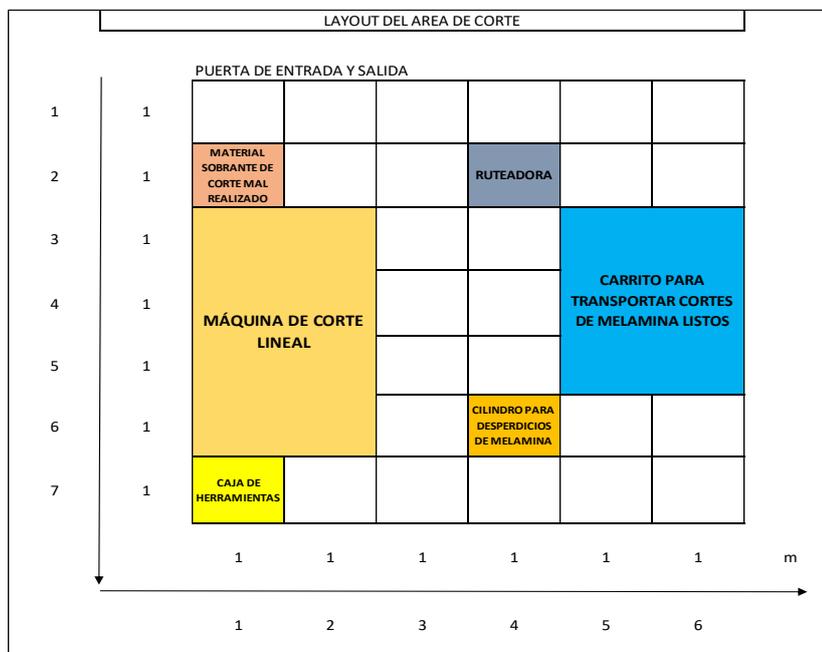


Figura 25: Layout antes de la fase organizar área de corte.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Como se aprecia en la figura anterior, la máquina de corte lineal, la ruteadora y objetos se encuentran mal posicionados, originando retrasos en los cortes de melamina.

Se realizó la coordinación con el personal del área de corte para organizar la distribución de la máquina de corte lineal, la ruteadora y objetos, de tal forma que facilite el abastecimiento correcto y a tiempo a la siguiente área, teniendo en cuenta para ello, la frecuencia de uso, urgencia, y criticidad. A continuación, se muestra la distribución del área de corte, luego de la fase organizar. Ver Figura 26.

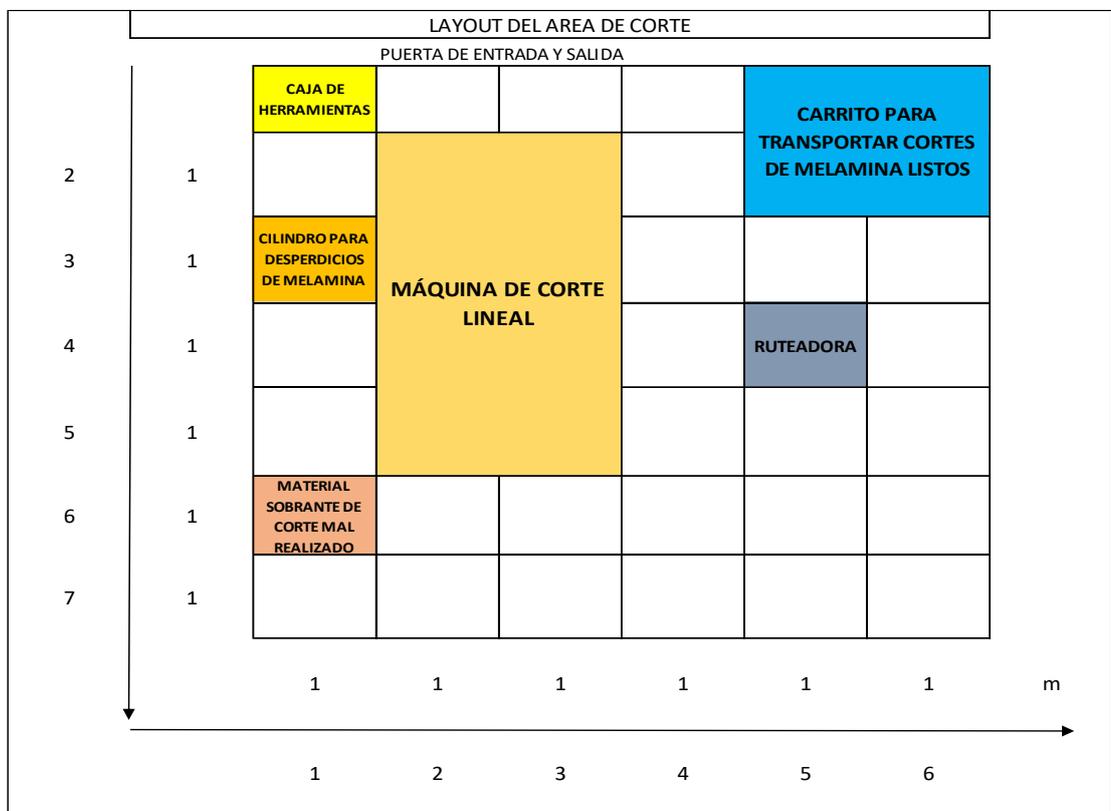


Figura 26: Layout después de la fase organizar área de corte.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

## Limpiar

En esta fase, se realizó la limpieza del almacén y del área de corte, además de ello se implementó programas de limpieza y revisión, para evitar la contaminación, despachar materiales dañados e insumos caducados.

Se realizó capacitaciones al personal de almacén y del área de corte, para el programa de limpieza, el cual se estableció como un procedimiento.

El programa de limpieza contiene información sobre los responsables, frecuencia, método de limpieza, materiales y acciones recomendadas. Ver Tabla 14.

Tabla 14:  
*Plan de limpieza de almacén.*

PLAN DE LIMPIEZA EN EL ALMACÉN	
Responsable	Jefe de almacén Ayudante de almacen
Zonas y elementos	Pasillos de transito Andamios de metal de insumos Melamina y Triplay
Frecuencia	Diario
Materiales a utilizar	Trapos industriales Escoba Recogedor Desinfectantes Guantes Mascarillas Detergente
Método de limpieza	Procedimiento MLA
Responsable de los registros de limpieza	Jefe de almacén Ayudante de almacen

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra una imagen sobre esta fase limpiar, y los implementos utilizados según los procedimientos establecidos para esta fase. Ver Figura 27.



Figura 27: Actividades de limpieza.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

De igual manera se realizó el programa de limpieza del área de corte que contiene información sobre los responsables, frecuencia, método de limpieza, materiales y acciones recomendadas. Ver Tabla 15.

Tabla 15:

Plan de limpieza del área de corte.

<b>PLAN DE LIMPIEZA DEL ÁREA DE CORTE</b>	
Responsable	Jefe de área de corte
Zonas y elementos	Pasillos de tránsito
Frecuencia	Diario
	Escoba
	Recogedor
Materiales a utilizar	Desinfectantes
	Guantes
	Mascarillas
	Detergente
Método de limpieza	Procedimiento MLC
Responsable de los registros de limpieza	Jefe de área de corte

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

De esta forma se está manteniendo limpio el almacén y el área de corte generando mayor fluidez en la entrega de los materiales e insumos.

## Estandarizar

En esta etapa de la implementación 5S, lo que se busca es que se continúen las actividades ya establecidos en las etapas anteriores de la disciplina 5S. Para ello se procede a la generación de procedimientos de trabajo o instructivos de fácil comprensión sobre las actividades a realizar para mantener el orden y limpieza en el almacén y el área de corte.

Además de ello, también se realizó capacitaciones con el personal del almacén, área de corte, y planta en general, dichos procedimientos fueron elaborados por el equipo conformado de 5S y aprobados por gerencia de planta.

A continuación, se muestra formato utilizado en la fase estandarizar. Ver Tabla 16.

Tabla 16:  
*Formato de hoja de actividades estandarizadas.*

FORMATO DE HOJA DE ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS			
	Nunca	Regularmente	Siempre
1. ¿Se cuenta con los materiales necesarios para realizar la limpieza?			
2. ¿Los jefes de cada área monitorean las actividades especificadas de limpieza?			
3. ¿Se mantiene el orden establecido de acuerdo a cada área?			
4. ¿Se realiza diariamente capacitaciones sobre las implementación de las 5s a fin de evaluar los resultados?			
5. ¿El personal tiene amplio conocimiento sobre la implementación de la 5s?			
6. ¿La gerencia apoya al 100% el seguimiento de la implementación de la 5s?			
7. ¿Se cumple con rigurosidad cada fase implementada de las 5s?			
Leyenda: Nota 0 : no aplicado Nota 1 : no aplicado, pero esta programado Nota 2 : aplicado parcialmente Nota 3 : aplicado plenamente			
Observaciones:			

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

## Seguimiento

En la etapa de seguimiento, se crean formatos y procedimientos de auditorías internas sobre el área en la que se implementó 5s, con el objetivo de mantener la continuidad de los resultados y no perderlos a través del tiempo.

A continuación, se muestra el programa elaborado de auditorías que se implementó. Ver Tabla 17.

Tabla 17:  
*Plan de AUDITORIA 5S.*

PLAN DE AUDITORIA 5S	
Área	Almacen y área de corte
Frecuencia	15 días
Responsable	Gerente de planta, Jefe de almacen y Jefe de área de corte
Seleccionar	Formato a utilizar: FDA5S-01
Ordenar	Formato a utilizar: FDA5S-01
Limpieza	Formato a utilizar: FDA5S-01
Estandarización	Formato a utilizar: FDA5S-01
Informe de resultados	Formato a utilizar: FDA5S-02

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

En este plan de auditorías se indican frecuencia, responsables y área a inspeccionar, además de ello se indican los formatos a utilizar para las evaluaciones.

A continuación, se muestra otro formato utilizado en la fase de Seguimiento, el cual es utilizado para realizar auditorías y evaluar las áreas inspeccionadas, cada etapa de las 5s son evaluadas y calificadas, con respecto al puntaje que se obtiene, se evalúa, si es desaprobatario se realiza las correcciones para su mejora, y si es aprobatorio se mantiene la continuidad. Ver Tabla 18.

Tabla 18:

Formato de evaluación para auditoría de 5S.

FORMATO DE EVALUACIÓN PARA AUDITORIA DE 5S FDA5S-01			
Instrucciones	Llenar el formato de auditoría 5S con respecto al siguiente criterio:	FV: 15-02-20	Gerencia de Planta
	Cumple: 1                      0-10 --> Desaprobado; 11-15 --> Aprobado; 16-20 --> Excelente	Fecha:	
	No cumple: 0	Auditor:	
Fase	Actividad	Resultado	Observaciones
Seleccionar	Correcta identificación de objetos necesarios e innecesarios		
	Separación de objetos innecesarios en zonas identificadas		
	Actividades documentadas sobre separación de objetos		
	Solo objetos necesarios dentro del área auditada		
Ordenar	Los objetos necesarios tienen su delimitación en el área auditada		
	Cada objeto tiene un lugar establecido		
	Existe seguridad en el área debido a un buen orden		
	La distribución y el ordenamiento de los objetos es entendible		
Limpiar	Existe procedimientos de limpieza		
	Se cumplen los procedimientos de limpieza		
	Las áreas de trabajo se encuentran limpias		
	Se tienen controlados las fuentes de suciedad		
	Reuniones continuas con el fin de retroalimentar los procedimientos de limpieza		
Estandarizar	El personal responsable del área tiene conocimientos de los procedimientos actuales		
	Se respetan los procedimientos establecidos		
	Evidencia de reuniones continuas para fomentar planes de mejora de 5S		
	Se cuenta con los procedimientos implementados con respecto a las primeras 3S		
PUNTAJE TOTAL:			

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

## Sistema Pull

Para la implementación del sistema Pull se muestra a continuación:

Diagrama de flujo de proceso según áreas para fabricación de muebles en melamina, mediante sistema pull. Ver Figura 28.

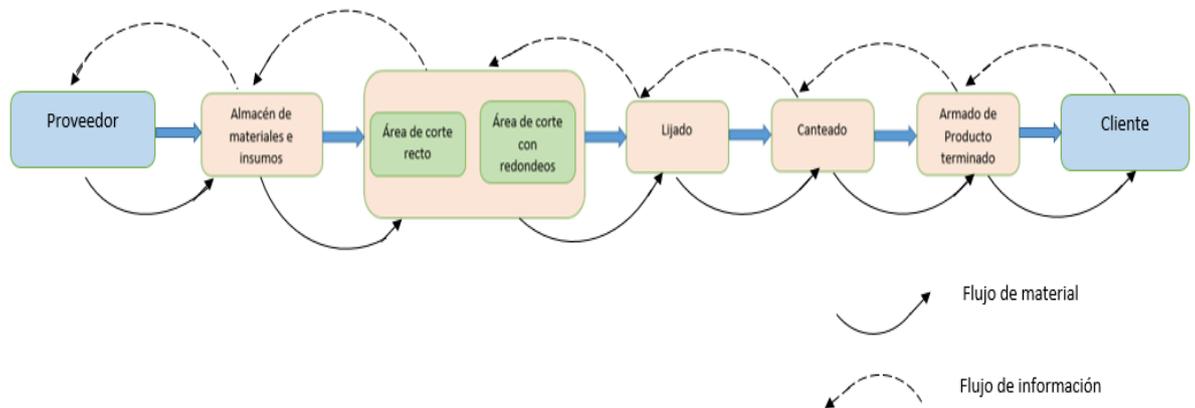


Figura 28: Diagrama de flujo según áreas para fabricación de muebles en melamina, mediante sistema pull.

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Para esta implementación del sistema pull, se va considerar el pedido del cliente de 180 escritorios por mes.

Teniendo como punto de partida el pedido del cliente se procederá a detallar los pasos que se realizaron:

Se realiza la orden de pedido al área de armado de producto final, el cuál realiza el plan de producción, para los 180 escritorios.

El área de armado de producto final, se comunica con los proveedores para solicitar los materiales e insumos para los 180 escritorios.

Ya teniendo todos los materiales e insumos en el almacén se procede con la fabricación de los 180 escritorios.

Cada vez que se despacha materiales e insumos del almacén se emite una señal mediante una tarjeta kanban para su reposición.

A continuación, se muestra la tarjeta Kanban empleada para el almacén. Ver Tabla 19.

Tabla 19:

*Tarjeta Kanban utilizada para el almacén.*

Tarjeta Kanban Almacen	
Codigo de material	
Cantidad de material	
Cantidad de material a retirar	
Fecha de recepción del material	
Fecha de despacho del material	
Descripción del material	
Proveedor de material	
Ubicación del material	
Stock de material	
Cantidad de material a reponer	
Codigo de material a reponer	
Descripción del material a reponer	
Codigo de insumo	
Cantidad de insumo	
Cantidad de insumo a retirar	
Fecha de recepción del insumo	
Fecha de despacho del insumo	
Descripción del insumo	
Proveedor de insumo	
Ubicación del insumo	
Stock de insumo	
Cantidad de insumo a reponer	
Codigo de insumo a reponer	
Descripción del insumo a reponer	
Salida de área	
Destino de área	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

## Área de armado de producto final

Cada vez que se termina un escritorio en el área de armado de producto final, se emite una señal mediante una tarjeta kanban, para indicar la falta de cortes de melamina canteadas, al área de canteado.

También se emite otra señal Kanban para indicar la falta de insumos para el armado del escritorio.

A continuación, se muestra la tarjeta Kanban empleada para el área de armado de producto final. Ver Tabla 20.

Tabla 20:

*Tarjeta Kanban utilizada para el área de armado del producto final.*

<b>Tarjeta Kanban para el Área de armado de producto final</b>	
Código de producto final despachado	
Fecha de despacho de producto final	
Cantidad de cortes de melamina canteadas a reponer	
Fecha de pedido de cortes melamina canteadas a reponer	
Descripción de corte de melamina canteadas a reponer	
Descripción del insumo a reponer	
Cantidad de insumo a reponer	
Fecha de pedido de insumos a reponer	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

## Área de canteado

Cuando el área de canteado entrega cortes de melamina canteadas, al área de armado de producto final, se emite una señal mediante una tarjeta kanban, para indicar la falta de cortes de melamina sin cantear, al área de lijado.

A continuación, se muestra la tarjeta Kanban empleada para el área de canteado. Ver Tabla 21.

Tabla 21:  
*Tarjeta Kanban utilizada para el área de canteado.*

<b>Tarjeta Kanban para el Área de Canteado</b>	
Codigo de cortes de melamina canteadas despachados	
Fecha de despacho de cortes de melamina canteadas	
Cantidad de cortes de melamina lijadas a reponer	
Fecha de pedido de cortes de melamina lijados a reponer	
Descripción de corte de melamina lijados a reponer	
Salida de cortes de melamina canteadas del área	
Destino de cortes de melamina canteadas al área	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

## Área de Lijado

Cuando el área de lijado entrega cortes de melamina con el acabado final al área de canteado, se emite una señal mediante una tarjeta kanban, para indicar la falta de cortes de melamina sin cantear, al área de cortes.

A continuación, se muestra la tarjeta Kanban empleada para el área de Lijado. Ver Tabla 22.

Tabla 22:  
*Tarjeta Kanban utilizada para el área de lijado.*

<b>Tarjeta Kanban para el Área de Lijado</b>	
Código de cortes de melamina con acabado final despachados	
Fecha de despacho de cortes de melamina con acabado final	
Cantidad de cortes de melamina sin cantear para reponer	
Fecha de pedido de cortes de melamina sin cantear para reponer	
Descripción de corte de melamina sin cantear para reponer	
Salida de cortes de melamina con acabado final del área	
Destino de cortes de melamina con acabado final al área	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

### Área de corte

Cuando el área de corte, entrega cortes de melamina al área de lijado, se emite una señal Kanban, para indicar la falta de plancha de melamina para realizar los cortes, al área de almacén.

A continuación, se muestra la tarjeta Kanban empleada para el área de corte.

Ver Tabla 23.

Tabla 23:  
*Tarjeta Kanban utilizada para el área de corte.*

<b>Tarjeta Kanban para el Área de Corte</b>	
Código de cortes de melamina despachados	
Fecha de despacho de cortes de melamina	
Cantidad de plancha de melamina para reponer	
Fecha de pedido de plancha de melamina para reponer	
Descripción de plancha de melamina para reponer	
Salida de cortes de melamina del área	
Destino de cortes de melamina al área	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Mediante la aplicación del sistema pull, y utilizando las tarjetas Kanban como señal visual en todas las áreas, se evita los retrasos en la entrega de materiales e insumos y se sabe que es lo que falta en el instante que se requiera, de tal manera que los inventarios se encuentran controlados con lo que se necesite.

### **Mantenimiento Autónomo**

El Mantenimiento Autónomo se basa en la prevención del deterioro de las máquinas y componentes de los mismos. El mantenimiento es llevado por los usuarios del equipo y pueden, y deben, contribuir a la eficacia de la máquina.

Para lograr esto, es muy importante la capacitación constante de los operarios en temas respecto a los problemas más relevantes por lo cuáles podrían pasar las máquinas.

El mantenimiento autónomo se basa en tareas de limpieza, orden y la correcta lubricación, estas tareas se detallarán en actividades a realizar de manera diaria.

Para evitar las paradas imprevistas de las máquinas que intervienen durante el proceso de fabricación de los escritorios, se implementó el Plan de mantenimiento Autónomo.

A continuación, se muestra el Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de corte lineal. Ver Tabla 24.

Tabla 24:

*Plan de mantenimiento autónomo para máquina de corte lineal.*

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO								
MÁQUINA: DE CORTE LINEAL							RESPONSABLE: OPERARIO	
APROBACIÓN: GERENCIA GENERAL			FRECUENCIA: DIARIA					FECHA:
Nº	PARTE	ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
1	Máquina en general.	Utilice una manguera de aire para eliminar el polvo y los residuos de melamina que se acumulan en la máquina y alrededor de la misma, especialmente en la base.						
2	Cables y enchufes.	Asegurarse que no estén dañados o desgastados.						
3	Mesa guía de corte.	Limpieza de cada una de las partes y verificar que no exista residuos de melamina incrustada.						
4	Prolongación de brazo de corte.	Aplicación de grasa fina para mantenerla libre de óxido.						
5	Tornillos.	Verificar que todos lo tornillos estén ajustados, aplicar una capa fina de aceite para evitar el óxido.						
6	Rodamientos.	Verificar correcto funcionamiento y aplicar grasa fina.						
7	Controles de manipulación.	Verificar correcto funcionamiento.						
8	Disco de sierra.	Verificar que este tenga y su correcto funcionamiento.						
9	Bastidor de escuadra.	Verificar correcto funcionamiento y aplicar grasa fina.						
10	Sistema de sujeción.	Comprobar su correcto funcionamiento y aplicar una capa fina de aceite.						
11	Guía de plano deslizante.	Comprobar su correcto funcionamiento y aplicar una capa fina de aceite.						
CORRECCIÓN DE ANOMÁLIAS								
A documentar por el operario de la máquina.								
Hora	Descripción de anomalía			Responsable de ejecución		Tiempo estimado		

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el Plan de mantenimiento autónomo para la máquina ruteadora. Ver Tabla 25.

Tabla 25:

Plan de mantenimiento autónomo para máquina ruteadora.

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO									
MÁQUINA: RUTEADORA									RESPONSABLE: OPERARIO
APROBACIÓN: GERENCIA GENERAL			FRECUENCIA: DIARIA					FECHA :	
Nº	PARTE	ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
1	Máquina en general.	Utilice una manguera de aire para eliminar el polvo y los residuos de melamina que se acumulan en la máquina y alrededor de la misma, especialmente en la base.							
2	Cables y enchufes.	Asegurarse que no estén dañados o desgastados.							
3	Control de altura	Verificar correcto funcionamiento de la torreta de control.							
4	Controles de manipulación.	Verificar correcto funcionamiento.							
5	Tornillos.	Verificar que todos los tornillos estén ajustados, aplicar una capa fina de aceite para evitar el óxido.							
6	Mesa de trabajo	Verificar correcto funcionamiento.							
7	Dial	Verificar que el pin de fijación este en su posición correcta.							
8	Manivela de altura	Verificar correcto funcionamiento y aplicar grasa fina.							
9	Portamandrill	Verificar correcto funcionamiento.							
10	Mandrill portafresas	Comprobar su correcto funcionamiento y aplicar una capa fina de aceite.							
11	Juego de fresas	Verificar que se encuentren operativas.							
CORRECCIÓN DE ANOMÁLIAS									
A documentar por el operario de la máquina.									
Hora		Descripción de anomalía			Responsable de ejecución			Tiempo estimado	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el Plan de mantenimiento autónomo para la máquina lijadora. Ver Tabla 26.

Tabla 26:

Plan de mantenimiento autónomo para máquina lijadora.

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO									
MÁQUINA: LIJADORA									RESPONSABLE: OPERARIO
APROBACIÓN: GERENCIA GENERAL			FRECUENCIA: DIARIA					FECHA :	
Nº	PARTE	ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
1	Máquina en general.	Utilice una manguera de aire para eliminar el polvo y los residuos de melamina que se acumulan en la máquina y alrededor de la misma, especialmente en la base.							
2	Cables y enchufes.	Asegurarse que no estén dañados o desgastados.							
3	Mesa de trabajo.	Verificar correcto funcionamiento.							
4	Controles de manipulación.	Verificar correcto funcionamiento.							
5	Tornillos.	Verificar que todos los tornillos estén ajustados, aplicar una capa fina de aceite para evitar el óxido.							
6	Base fija de metal.	Verificar correcto funcionamiento.							
7	Tambores.	Verificar correcto funcionamiento y aplicar una capa fina de aceite.							
8	Papel lija.	Verificar que se encuentre en optimas condiciones.							
9	Graduador de tensión de papel lija.	Verificar correcto funcionamiento.							
CORRECCIÓN DE ANOMÁLIAS									
A documentar por el operario de la máquina.									
Hora		Descripción de anomalía			Responsable de ejecución			Tiempo estimado	

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Con la implementación del Plan de mantenimiento autónomo a cada máquina que interviene durante el proceso de fabricación de los escritorios, se evita las paradas imprevistas, ya que el operario realiza la inspección según el plan de mantenimiento autónomo establecido para cada máquina.

### **Optimización del proceso**

Para optimizar el proceso de fabricación de escritorios, se realizó lo siguiente:

Se ha implementado 5S en el almacén y en el área de corte ya que se identificó que eran los que originaban retrasos para entrega de materiales e insumos para la fabricación de los escritorios de melamina, se establecieron procedimientos.

De igual manera se implementó un Sistema Pull mediante lo cual solo se provee de materiales e insumos a las áreas que forman parte del proceso de fabricación, según pedido del cliente.

También se colocaron Tarjetas Kanban en la entrada de cada área, con el fin de poder saber que material e insumo se tiene que reponer.

Para evitar las paradas imprevistas de las máquinas se implementó un plan de mantenimiento autónomo para cada máquina, cada operario se hará cargo del mantenimiento de la máquina que utiliza, de tal manera que se prevee posibles fallas y paradas imprevistas, logrando fluidez para la entrega de los pedidos en el tiempo establecido.

Con todo lo implementado anteriormente se logró reducir los costos de fabricación, ya que se logró reducir el tiempo de entrega de los pedidos, se redujo los inventarios en proceso y también se logró reducir las paradas imprevistas de las máquinas.

A continuación, se muestra el formato de tiempos que se emplean para la entrega de materiales e insumos del almacén y del área de corte, antes de implementar 5S, del año 2018. Ver Tabla 27.

Tabla 27:

Formato de tiempos que se emplean para la entrega de materiales e insumos del almacen y del área de corte, antes de implementar las 5S, del año 2018.

TIEMPOS QUE SE EMPLEAN PARA ENTREGA DE MATERIALES E INSUMOS DEL ALMACEN Y DEL AREA DE CORTE (ANTES DE IMPLEMENTAR LAS 5S) - AÑO 2018																														
Nº	Objeto	Codigo	Cantidad	Area de salida	Area de destino	SEMANAL (TIEMPOS EN SEGUNDOS)																								
						LUNES					MARTES					MIERCOLES					JUEVES					VIERNES				
1	Melamina MDF Cedro	MA1	1 plancha (1.83m x 2.75m x 18mm)	Almacen	Corte	129	162	132	134	170	145	168	150	145	166	137	165	137	127	130	151	169	146	148	139	165	158	136	161	145
2	Correderas	CA1	6	Almacen	Armado	95	125	80	115	155	122	86	160	144	148	136	89	156	137	134	105	89	95	100	125	121	91	154	145	98
3	Cintas para cantear	CCA1	1	Almacen	Canteado	99	110	51	89	78	55	105	88	56	64	110	52	78	86	62	104	111	77	61	97	79	69	80	81	66
4	Triplay	TA1	1 plancha (1.22m x 2.44m x 4mm)	Almacen	Corte	140	100	135	100	120	99	138	131	101	116	136	114	110	113	122	101	129	119	112	139	121	108	126	117	126
5	Tornillos autoroscantes melamina	TAA1	16	Almacen	Armado	96	85	70	77	86	110	99	71	83	78	77	81	93	100	111	85	76	79	94	102	107	88	73	74	85
6	Soporte para melamina	SMA1	4	Almacen	Armado	78	81	120	88	119	83	76	86	125	116	99	76	89	117	110	88	112	81	74	91	98	79	114	82	130
7	Melamina MDF Cedro	MC1	Parte superior (0.49m x 1.12m x 18mm)	Corte	Lijado	1388	1528	1565	1477	1392	1432	1508	1575	1451	1406	1475	1577	1504	1485	1497	1551	1497	1457	1463	1408	1430	1462	1435	1432	1557
8	Melamina MDF Cedro	MC2	Respalda (0.44m x 0.98m x 18mm)	Corte	Lijado	1485	1558	1498	1527	1531	1430	1400	1425	1595	1573	1550	1558	1403	1505	1466	1513	1439	1404	1486	1472	1416	1568	1567	1470	1437
9	Triplay	TC1	Base de cajon (0.30m x 0.38m x 4mm)	Corte	Lijado	1439	1562	1597	1512	1446	1558	1584	1500	1473	1496	1534	1591	1554	1440	1563	1579	1510	1591	1522	1426	1499	1496	1385	1383	1589
10	Melamina MDF Cedro	MC3	Refuerzo (0.40m x 0.69m x 18mm)	Corte	Lijado	1468	1445	1440	1497	1494	1453	1496	1422	1588	1566	1531	1582	1546	1381	1383	1463	1554	1535	1554	1574	1517	1581	1382	1513	1472

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el formato de tiempos que se emplean para la entrega de materiales e insumos del almacén y del área de corte, después de implementar 5S, del año 2019. Ver Tabla 28.

Tabla 28:

*Formato de tiempos que se emplean para la entrega de materiales e insumos del almacen y del área de corte, después de implementar las 5s, del año 2019.*

TIEMPOS QUE SE EMPLEAN PARA ENTREGA DE MATERIALES E INSUMOS DEL ALMACEN Y DEL AREA DE CORTE (DESPUES DE IMPLEMENTAR LAS 5S) -AÑO 2019																																	
N°	Objeto	Codigo	Cantidad	Area de salida	Area de destino	SEMANAL (TIEMPOS EN SEGUNDOS)																											
						LUNES					MARTES					MIERCOLES					JUEVES					VIERNES							
1	Melamina	MA1	1 plancha (1.83m x 2.75m x 18mm)	Almacen	Corte	75	51	67	76	80	60	62	56	77	71	52	73	57	79	66	70	81	61	52	73	53	63	80	52	60			
2	Correderas	CA1	6	Almacen	Armado	28	40	35	39	33	35	32	30	28	27	33	38	36	29	34	37	31	29	37	32	29	36	39	28	30			
3	Cintas para cantear	CCA1	1	Almacen	Canteado	60	77	55	59	78	58	70	76	56	79	56	68	67	71	74	73	55	59	88	77	60	59	80	65	57			
4	Triplay	TA1	1 plancha (1.22m x 2.44m x 4mm)	Almacen	Corte	75	87	65	72	81	71	83	66	90	67	69	85	73	88	65	68	75	89	66	71	77	81	69	68	88			
5	Tornillos autoroscantes melamina	TAA1	16	Almacen	Armado	45	60	39	44	55	61	57	40	64	41	63	42	54	47	50	44	64	40	52	37	45	61	42	64	53			
6	Soporte para melamina	SMA1	4	Almacen	Armado	70	65	75	55	66	71	57	62	70	58	69	64	58	71	67	55	58	61	65	74	59	72	63	56	69			
7	Melamina MDF Cedro	MC1	Parte superior (0.49m x 1.12m x 18mm)	Corte	Lijado	886	840	856	876	870	874	889	890	899	866	857	877	880	860	882	863	848	877	884	874	867	891	860	863	867			
8	Melamina MDF Cedro	MC2	Respaldar (0.44m x 0.98m x 18mm)	Corte	Lijado	912	870	876	846	882	847	867	857	899	889	874	896	898	840	841	841	853	872	857	887	871	868	885	899	855			
9	Triplay	TC1	Base de cajon (0.30m x 0.38m x 4mm)	Corte	Lijado	885	896	842	845	860	850	853	858	851	846	876	890	872	889	850	874	874	896	842	853	894	862	865	841	848			
10	Melamina MDF Cedro	MC3	Refuerzo (0.40m x 0.69m x 18mm)	Corte	Lijado	841	859	867	860	852	857	888	857	873	847	858	842	865	872	847	849	867	890	893	868	900	843	884	891	861			

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de costos de materiales e insumos en exceso en el almacén antes de implementar el sistema pull del año 2018. Ver Tabla 29.

Tabla 29:

*Cuadro de costos de materiales e insumos en exceso en el almacén antes de implementar el sistema pull del año 2018.*

COSTO DE MATERIALES E INSUMOS EN EXCESO EN EL ALMACEN ANTES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2018)																				
N°	Objeto	Descripción	COSTO MENSUAL																	
			Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo mes de Enero	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Febrero	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Marzo	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Abril	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Mayo	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro	plancha de (1.83m x 2.75m x 18mm)	100	154	15400	120	154	18480	142	154	21868	160	154	24640	135	154	20790	140	154	21560
2	Come deras	14x350mm	1100	6	6600	1230	6	7380	1240	6	7440	1300	6	7800	1354	6	8124	1400	6	8400
3	Cintas para cantear	rollo de 200m	1	200	200	2	200	400	1	200	200	2	200	400	1	200	200	2	200	400
4	Triplay	plancha de (1.22m x 2.44m x 4mm)	30	70	2100	40	70	2800	32	70	2240	28	70	1960	27	70	1890	30	70	2100
5	Tomillos autoroscantes	4x30mm	3000	0.2	600	2900	0.2	580	3050	0.2	610	3100	0.2	620	3300	0.2	660	3260	0.2	652
6	Pegamento de contacto	Galón para pegar cinta de canteado	50	85	4250	45	85	3825	48	85	4080	47	85	3995	50	85	4250	46	85	3910

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de costos de materiales e insumos en el almacén después de implementar el sistema pull del año 2019. Ver Tabla 30.

Tabla 30:

*Cuadro de costos de materiales e insumos en el almacén después de implementar el sistema pull del año 2019.*

COSTO DE MATERIALES E INSUMOS EN EL ALMACEN DESPUES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2019)																				
COSTO MENSUAL																				
Nº	Objeto	Descripción	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo mes de Enero	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Febrero	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Marzo	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Abril	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Mayo	Cantidad	Costo por unidad (Soles)	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro	plancha de (1.83m x 2.75m x 18mm)	92	154	14168	92	154	14168	92	154	14168	92	154	14168	92	154	14168	92	154	14168
2	Correderas	14x350mm	1102	6	6612	1102	6	6612	1102	6	6612	1102	6	6612	1102	6	6612	1102	6	6612
3	Cintas para cante ar	rollo de 200m	14.5	200	2900	14.5	200	2900	14.5	200	2900	14.5	200	2900	14.5	200	2900	14.5	200	2900
4	Triplay	plancha de (1.22m x 2.44m x 4mm)	26	70	1820	26	70	1820	26	70	1820	26	70	1820	26	70	1820	26	70	1820
5	Tornillos autoroscantes	4x30mm	2938	0.2	587.6	2938	0.2	587.6	2938	0.2	587.6	2938	0.2	587.6	2938	0.2	587.6	2938	0.2	587.6
6	Pegamento de contacto	Galón para pegar cinta de canteado	46	85	3910	46	85	3910	46	85	3910	46	85	3910	46	85	3910	46	85	3910

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de costo de materiales por corte en exceso en el área de corte antes de implementar el sistema pull, del año 2018. Ver Tabla 31.

Tabla 31:

*Cuadro de costo de materiales por corte en exceso en el área de corte antes de implementar el sistema pull, del año 2018.*

COSTO DE MATERIALES POR CORTE EN EXCESO EN EL ÁREA DE CORTE ANTES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2018)																				
			COSTO MENSUAL																	
Nº	Objeto	Descripción	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo mes de Enero	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Febrero	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Marzo	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Abril	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Mayo	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro	Parte superior (0.49m x 1.12m x 18mm)	10	0.25	2.5	5	0.25	1.25	12	0.25	3	4	0.25	1	6	0.25	1.5	11	0.25	2.75
2	Melamina MDF Cedro	Lateral izquierdo (0.51m x 0.75m x 18mm)	9	0.25	2.25	3	0.25	0.75	15	0.25	3.75	6	0.25	1.5	8	0.25	2	9	0.25	2.25
3	Melamina MDF Cedro	Lateral derecho (0.51m x 0.75m x 18mm)	8	0.25	2	8	0.25	2	8	0.25	2	8	0.25	2	9	0.25	2.25	13	0.25	3.25
4	Melamina MDF Cedro	Respalda (0.44m x 0.98m x 18mm)	7	0.25	1.75	6	0.25	1.5	7	0.25	1.75	7	0.25	1.75	10	0.25	2.5	10	0.25	2.5
5	Melamina MDF Cedro	Refuerso (0.40m x 0.69m x 18mm)	11	0.25	2.75	7	0.25	1.75	9	0.25	2.25	6	0.25	1.5	6	0.25	1.5	8	0.25	2
6	Triplay	Base de cajon (0.30m x 0.38m x 4mm)	10	0.25	2.5	15	0.25	3.75	6	0.25	1.5	5	0.25	1.25	11	0.25	2.75	5	0.25	1.25

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de costo de materiales por corte en el área de corte después de implementar el sistema pull, del año 2019. Ver Tabla 32.

Tabla 32:

*Cuadro de costo de materiales por corte en el área de corte después de implementar el sistema pull, del año 2019.*

COSTO DE MATERIALES POR CORTE EN EL AREA DE CORTE DESPUES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2019)																				
COSTO MENSUAL																				
N°	Objeto	Descripción	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo mes de Enero	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Febrero	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Marzo	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Abril	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Mayo	Cantidad	Costo por corte (Soles)	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro	Parte superior (0.49m x 1.12m x 18mm)	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5
2	Melamina MDF Cedro	Lateral izquierdo (0.51m x 0.76m x 18mm)	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5
3	Melamina MDF Cedro	Lateral de recho (0.51m x 0.76m x 18mm)	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5
4	Melamina MDF Cedro	Respaldo (0.44m x 0.98m x 18mm)	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5
5	Melamina MDF Cedro	Refuerso (0.40m x 0.69m x 18mm)	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5	2	0.25	0.5
6	Triplay	Base de cajon (0.30m x 0.38m x 4mm)	4	0.25	1	4	0.25	1	4	0.25	1	4	0.25	1	4	0.25	1	4	0.25	1

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas antes de implementar mantenimiento autónomo del año 2018.

Ver Tabla 33.

Tabla 33:

*Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas antes de implementar mantenimiento autónomo del año 2018.*

REPORTE MENSUAL POR HORAS DE PARADAS IMPREVISTAS DE LAS MÁQUINAS ANTES DE IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO AUTONOMO (2018)											
Nº	Tipo de Máquina	Ubicación de Máquina	Operario de Máquina	Anomalia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	SUB TOTAL DE HORAS
1	Máquina de corte lineal	Área de corte	Luis Zapata	Fallo	26	33	21	28	36	34	178
2	Máquina ruteadora	Área de corte	José Rivera	Fallo	35	38	27	33	29	30	192
3	Máquina lijadora	Área de lijado	Carlos Chumplitz	Fallo	38	45	33	50	47	40	253
TOTAL DE HORAS											623

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas después de implementar mantenimiento autónomo del año 2019.

Ver Tabla 34.

Tabla 34:

*Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas después de implementar mantenimiento autónomo del año 2019.*

REPORTE MENSUAL POR HORAS DE PARADAS IMPREVISTAS DE LAS MÁQUINAS DESPUES DE IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO AUTONOMO (2019)											
Nº	Tipo de Máquina	Ubicación de Máquina	Operario de Máquina	Se presento alguna Falla	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	SUB TOTAL DE HORAS
1	Máquina de corte lineal	Área de corte	Luis Zapata	Revisión y Verificación	10	11	10	11	10	11	63
2	Máquina ruteadora	Área de corte	José Rivera	Revisión y Verificación	11	10	10	10	11	11	63
3	Máquina lijadora	Área de lijado	Carlos Chumplitz	Revisión y Verificación	10	11	10	11	10	10	62
TOTAL DE HORAS											188

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de costos de fabricación mensual antes de optimizar el proceso del año 2018. Ver Tabla 35.

Tabla 35:

*Cuadro de costos de fabricación mensual antes de optimizar el proceso del año 2018.*

COSTOS DE FABRICACIÓN MENSUAL ANTES DE OPTIMIZAR EL PROCESO (2018)								
Descripción del costo	Costos por escritorio (soles)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	SUB TOTAL COSTO (SOLES)
Costo de máquina	30	5778	5832	5670	5724	5886	5940	34830
Costo mano de obra	35	6615	6930	6804	6741	6867	6678	40635
Costo de materiales e insumos	300	56700	58320	57780	57240	58860	59400	348300
Costo de transporte y embalaje	20	3780	3924	3816	3888	3852	3960	23220
Costo de gasto administrativo	13	2457	2503.8	2527.2	2480.4	2550.6	2574	15093
COSTO TOTAL (SOLES)								462078

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de costos de fabricación mensual después de optimizar el proceso del año 2019. Ver Tabla 36.

Tabla 36:

*Cuadro de costos de fabricación mensual después de optimizar el proceso del año 2019.*

COSTOS DE FABRICACIÓN MENSUAL DESPUES DE OPTIMIZAR EL PROCESO (2019)								
Descripción del costo	Costos por escritorio (soles)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	SUB TOTAL COSTO (SOLES)
Costo de máquina	30	5400	5370	5400	5340	5400	5370	32280
Costo mano de obra	35	6265	6300	6300	6230	6300	6230	37625
Costo de materiales e insumos	300	53700	54000	54000	53700	54000	53400	322800
Costo de transporte y embalaje	20	3580	3600	3560	3600	3580	3600	21520
Costo de gasto administrativo	13	2327	2340	2314	2340	2340	2340	14001
COSTO TOTAL (SOLES)								428226

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Como hemos podido observar según los resultados después de implementar 5S, se ha logrado reducir los tiempos de entrega de los de materiales e insumos del almacén y del área de corte, según el plan de implementación 5S establecido.

Con respecto a los costos de inventarios asociados a los materiales e insumos, se logró reducirlos, según los resultados del cuadro mostrado, ya que se implementó el sistema pull mediante lo cual solo se tiene materiales e insumos necesarios según lo solicitado por el cliente, además que se colocó tarjeta Kanban en las entradas de las áreas de tal manera que se sabe que es lo que falta para su reposición.

Por otro lado, se logró reducir las paradas imprevistas de las máquinas, según los resultados del cuadro mostrado, después de implementar el mantenimiento autónomo, de tal manera que se estableció un plan de mantenimiento autónomo para cada máquina, logrando mayor fluidez de para la fabricación de los escritorios de melamina.

Como hemos podido observar con los resultados anteriores se ha logrado reducir los costos de fabricación, ya que ahora se documenta todo mediante los formatos elaborados, para cada plan de implementación aplicado.

### **Productividad**

A continuación, se muestra el cuadro de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

Ver Tabla 37.

Tabla 37:

*Cuadro de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S, sistema pull y mantenimiento autónomo del año 2018.*

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD MENSUAL DE ESCRITORIOS EN MELAMINA ANTES DE IMPLEMENTAR 5S,SISTEMA PULL Y MANTENIMIENTO AUTONOMO (2018)						
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL DE ESCRITORIOS ENTREGADOS
149	100	99	116	105	112	681

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, se muestra el cuadro de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

Ver Tabla 38.

Tabla 38:

*Cuadro de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S, sistema pull y mantenimiento autónomo del año 2019.*

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD MENSUAL DE ESCRITORIOS EN MELAMINA DESPUES DE IMPLEMENTAR 5S,SISTEMA PULL Y MANTENIMIENTO AUTONOMO (2019)						
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL DE ESCRITORIOS ENTREGADOS
180	180	180	180	180	180	1080

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Como podemos observar según los resultados obtenidos de los cuadros anteriores, se puede apreciar que la productividad del año 2019 ha mejorado en un 58.59%, respecto al año 2018, logrando incrementar su productividad, esto se debe a las implementaciones de 5S, Sistema pull y Mantenimiento Autónomo que se han dado en la empresa.

## 4.2. Análisis de los resultados

### 1.- Resultados de Implementar 5S

Se realizará en base a la comparación de tiempos que se emplean para entrega de materiales e insumos del almacén, del área de corte (antes de implementar las 5s) del año 2018 y los tiempos que se emplean para entrega de materiales e insumos del almacén, del área de corte (después de implementar las 5s) del año 2019.

Se tomó los tiempos por semana que se emplean para entrega de cada material e insumo del almacén y del área de corte.

### Variable 1: Tiempos de entrega

Para el análisis de la variable 1 se tomó 2 materiales los más representativos, uno del almacén y el otro del área de corte los cuales tienen comportamiento similar a los demás.

A continuación, se mencionan los 2 materiales:

- Melamina MDF Cedro (MA1), se analizará los tiempos de entrega del almacén.
- Melamina MDF Cedro (MC1), se analizará los tiempos de entrega del área de corte.

Tabla 39:

*Tiempos que se emplean para entrega de Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes de implementar 5S.*

TIEMPOS QUE SE EMPLEAN PARA ENTREGA DE MATERIALES E INSUMOS DEL ALMACEN Y DEL AREA DE CORTE (ANTES DE IMPLEMENTAR LAS 5S)-AÑO 2018																										
		SEMANAL (TIEMPOS EN SEGUNDOS)																								
N°	Objeto	LUNES					MARTES					MIÉRCOLES					JUEVES				VIERNES					
1	Melamina MDF Cedro (MA1)	129	162	132	134	170	145	168	150	145	166	137	165	137	127	130	151	169	146	148	139	165	158	136	161	145

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 40:

*Tiempos que se emplean para entrega de Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, antes de implementar 5S.*

TIEMPOS QUE SE EMPLEAN PARA ENTREGA DE MATERIALES E INSUMOS DEL ALMACEN Y DEL AREA DE CORTE (ANTES DE IMPLEMENTAR LAS 5S)-AÑO 2018																										
N°	Objeto	SEMANAL (TIEMPOS EN SEGUNDOS)																								
		LUNES					MARTES					MIERCOLES					JUEVES				VIERNES					
1	Melamina MDF Cedro (MC1)	1388	1528	1565	1477	1392	1432	1508	1575	1451	1406	1475	1577	1504	1485	1497	1551	1497	1457	1463	1408	1430	1462	1435	1432	1557

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 41:

*Tiempos que se emplean para entrega de Melamina MDF Cedro (MA1) del almacen, después de implementar 5S.*

TIEMPOS QUE SE EMPLEAN PARA ENTREGA DE MATERIALES E INSUMOS DEL ALMACEN Y DEL AREA DE CORTE (DESPUES DE IMPLEMENTAR LAS 5S)-AÑO 2019																										
N°	Objeto	SEMANAL (TIEMPOS EN SEGUNDOS)																								
		LUNES					MARTES					MIERCOLES					JUEVES				VIERNES					
1	Melamina MDF Cedro (MA1)	75	51	67	76	80	60	62	56	77	71	52	73	57	79	66	70	81	61	52	73	53	63	80	52	60

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 42:

*Tiempos que se emplean para entrega de Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, después de implementar 5S.*

TIEMPOS QUE SE EMPLEAN PARA ENTREGA DE MATERIALES E INSUMOS DEL ALMACEN Y DEL AREA DE CORTE (DESPUES DE IMPLEMENTAR LAS 5S)-AÑO 2019																										
N°	Objeto	SEMANAL (TIEMPOS EN SEGUNDOS)																								
		LUNES					MARTES					MIERCOLES					JUEVES				VIERNES					
1	Melamina MDF Cedro (MC1)	886	840	856	876	870	874	889	890	899	866	857	877	880	860	882	863	848	877	884	874	867	891	860	863	867

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 43 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas de los Tiempos que se emplean (segundos) para la entrega de Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes y después de Implementar 5S.

Tabla 43:

*Muestras obtenidas de los Tiempos que se emplean (segundos) para la entrega de Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes y después de Implementar 5S.*

	Tiempos que se emplean para entrega de Melamina MDF Cedro (MA1) Antes	Tiempos que se emplean para entrega de Melamina MDF Cedro (MA1) Después
LUNES	129	75
	162	51
	132	67
	134	76
	170	80
MARTES	145	60
	168	62
	150	56
	145	77
	166	71
MIÉRCOLES	137	52
	165	73
	137	57
	127	79
	130	66
JUEVES	151	70
	169	81
	146	61
	148	52
	139	73
VIERNES	165	53
	158	63
	136	80
	161	52
	145	60

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 44 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas de los Tiempos que se emplean (segundos) para la entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, antes y después de Implementar 5S.

Tabla 44:

*Muestras obtenidas de los Tiempos que se emplean (segundos) para la entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, antes y después de Implementar 5S.*

	Tiempos que se emplean para entrega de la Melamina MDF Cedro (MC1) Antes	Tiempos que se emplean para entrega de la Melamina MDF Cedro (MC1) Después
LUNES	1388	886
	1528	840
	1565	856
	1477	876
	1392	870
MARTES	1432	874
	1508	889
	1575	890
	1451	899
	1406	866
MIÉRCOLES	1475	857
	1577	877
	1504	880
	1485	860
	1497	882
JUEVES	1551	863
	1497	848
	1457	877
	1463	884
	1408	874
VIERNES	1430	867
	1462	891
	1435	860
	1432	863
	1557	867

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

**Con lo mencionado anteriormente se procede a realizar la Prueba de Normalidad para el primer material: Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén.**

Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, **ANTES** de implementar 5S **SI** se distribuyen Normalmente.

H1: Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, **ANTES** de implementar las 5S **NO** se distribuyen Normalmente.

Como son valores numéricos y la muestra de datos es  $n=25$  para ver que si estos datos provienen de una población que se distribuye normalmente aplicaremos la prueba estadística Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk en este caso como la muestra es pequeña el que nos dirá que son normales es Shapiro Wilk.

Para esta prueba utilizaremos  $\alpha=0.05$  el nivel de significancia o error tipo uno sabiendo que la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) es verdadera lo rechazamos.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si  $p\text{-sig}$  de la prueba es menor que  $\alpha$  es decir  $p\text{-sig} < \alpha = 0.05$  en caso contrario aceptamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 45:

*Prueba de normalidad (MA1) antes de implementar 5S.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
antes	.130	25	.200 <sup>*</sup>	.926	25	.070

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Utilizando los datos de Shapiro Wilk de la Tabla 45 tenemos que el  $p\text{-sig} = 0.070$  es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los tiempos que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes de implementar las 5S se distribuyen normalmente.

$H_0$ : Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, **DESPUÉS** de la implementación 5S **SI** se distribuyen Normalmente

$H_1$ : Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, **DESPUÉS** de la implementación 5S **NO** se distribuyen Normalmente.

Como son valores numéricos y la muestra de datos es  $n=25$ , para ver que si estos datos provienen de una población que se distribuye normalmente aplicaremos la prueba estadística Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk en este caso como la muestra es pequeña el que nos dirá que son normales es Shapiro Wilk.

Para esta prueba utilizaremos  $\alpha=0.05$  el nivel de significancia o error tipo uno sabiendo que la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) es verdadera lo rechazamos.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si  $p\text{-sig}$  de la prueba es menor que  $\alpha$  es decir  $p\text{-sig} < \alpha = 0.05$  en caso contrario aceptamos la Hipótesis Nula  $H_0$ .

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 46:

*Prueba de normalidad (MA1) después de implementar 5S.*

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Después	,117	25	,200*	,921	25	,06

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Utilizando los datos de Shapiro Wilk de la Tabla 46 tenemos que el  $p\text{-sig} = 0.06$  es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén después de implementar las 5s se distribuyen normalmente.

Por lo tanto, si queremos comparar si existe diferencia significativa entre los tiempos del antes y después de implementar 5S utilizaremos la prueba estadística paramétrica en este caso la Prueba T de Student.

## Prueba de Hipótesis

Ho: El tiempo promedio que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén **ANTES** de implementar 5S del año 2018 es **IGUAL** al tiempo promedio que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, **DESPUÉS** de implementar 5S del año 2019.

H1: El tiempo promedio que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén **ANTES** de implementar 5S del año 2018 **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** al tiempo promedio que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén **DESPUÉS** de implementar 5S del año 2019.

Ho:  $\mu_a = \mu_d$   $\mu_a$  se lee tiempo promedio antes de la implementación 5S.

H1:  $\mu_a \neq \mu_d$   $\mu_d$  se lee tiempo promedio después de la implementación 5S.

Como son valores numéricos y la muestra de datos es  $n=25$ , para ver que si estos datos antes de la implementación 5S y después de la implementación 5S difieren significativamente utilizaremos la prueba estadística T de Student dado que esta prueba compara los promedios y se distribuyen normalmente.

Para esta prueba utilizaremos  $\alpha=0.05$  el nivel de significancia o error tipo uno sabiendo que la Hipótesis Nula (Ho) es verdadera lo rechazamos.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula (Ho) si p-sig de la prueba es menor que  $\alpha$  es decir  $p\text{-sig} < \alpha = 0.05$  en caso contrario aceptamos la Hipótesis Nula Ho.

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 47:

Resultados de comparación de tiempos promedios antes y después de la melamina MDF Cedro (MA1).

Estadísticas de grupo					
	Cod	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
tiempo1	Antes	25	148,60	14,101	2,820
	Después	25	65,88	10,232	2,046

Fuente: SPSS v-26.

De la Tabla 47 se puede observar que el tiempo promedio que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén después de la implementación es de 65.88 segundos con una variación promedio de 10.232 segundos.

Tabla 48:

Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de la melamina MDF Cedro (MA1).

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
tiempo1	Se asumen varianzas iguales	3,460	,069	23,740	48	,000	82,720	3,484	75,714	89,726
	No se asumen varianzas iguales			23,740	43,788	,000	82,720	3,484	75,697	89,743

Fuente: SPSS v-26.

Observamos de la Tabla 48 que  $p$  (sig bilateral) =0.000 es menor que  $\alpha=0.05$  por lo tanto rechazamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) es decir que los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén antes que se implemente 5S difieren significativamente de los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén después de la implementación de 5S, es decir que los tiempos han disminuido en la atención.

**Prueba de Normalidad para el segundo material: Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte.**

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, ANTES de la implementación 5S SI se Distribuyen Normalmente.

H1: Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **ANTES** de la implementación 5S **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si p-sig de la prueba es menor que  $\alpha$  es decir  $p\text{-sig} < \alpha = 0.05$  en caso contrario aceptamos la Hipótesis Nula  $H_0$ .

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 49:

*Prueba de normalidad, de la melamina MDF Cedro (MC1), antes de implementar 5S.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
ANTES	,171	6	,200*	,920	6	,502

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 49 que el p-sig de este caso 0.502 es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) antes de la implementación del sistema 5s se distribuyen normalmente.

$H_0$ : Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **DESPUÉS** de la implementación 5S **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **DESPUÉS** de la implementación 5S **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza  $H_0$ .

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 50:

*Prueba de normalidad,de la melamina MDF Cedro (MC1),después de implementar 5S.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DESPUES	,239	6	,200*	,936	6	,626

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 50 que el p-sig de este caso 0.626 es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, después de la implementación del sistema 5S se distribuyen normalmente.

Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte antes de la implementación 5S y después de la implementación 5S difieren significativamente y como estas dos variables son independientes y se distribuyen normalmente aplicaremos el Estadístico Paramétrico T-Student estadístico que compara promedios y ver su significancia.

## Prueba de Hipótesis

Ho: El tiempo promedio de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **ANTES** de la implementación 5S es **IGUAL** al tiempo promedio de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **DESPUÉS** de la implementación 5S.

H1: El tiempo promedio de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **ANTES** de la implementación 5S **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** del tiempo promedio de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, **DESPUÉS** de la implementación 5S.

Ho:  $\mu_a = \mu_d$              $\mu_a$  se lee tiempo promedio antes de la implementación 5S.

H1:  $\mu_a \neq \mu_d$              $\mu_d$  se lee tiempo promedio después de la implementación 5S.

La comprobación esta hipótesis implica la utilización de un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

El Estadístico de comprobación es la T-Student dado que se va a comparar.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula (Ho), si el p-sig de la prueba estadística es menor que 0.05 en caso contrario se aceptará.

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 51:

*Resultados de comparación de tiempos promedios antes y después de la melamina MDF Cedro (MC1).*

Estadísticas de grupo					
	cod1	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ma17	Antes	25	1478.08	57.308	11.462
	Después	25	871.84	14.291	2.858

Fuente: SPSS v-26.

De la Tabla 51 se puede observar tiempo promedio que se emplean para entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte después de la implementación es de 871.84 segundos con una variación promedio de 14.291 segundos.

Tabla 52:

Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de la melamina MDF Cedro (MC1).

Prueba T									
Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior
ma17	Se asumen varianzas iguales	29,071	,000	51,321	48	,000	608,240	11,813	582,489
	No se asumen varianzas iguales			51,321	26,973	,000	608,240	11,813	582,001

Fuente: SPSS v-26.

### Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 52 que el p-sig de la prueba es 0.000 por lo que es menor que 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  que si existe diferencia significativa, es decir que los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte antes que se implemente 5S difieren significativamente de los tiempos de entrega de la melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte después de la implementación 5S, es decir que los tiempos han disminuido en la atención.

### 2.- Resultados de Implementar Sistema Pull

Se realizará en base a la comparación del costo mensual de materiales e insumos en exceso en el almacén, costo mensual de materiales por corte en exceso en área de corte (antes de implementar el sistema pull) del año 2018 y el costo mensual de materiales e insumos en el almacén, costo mensual de materiales por corte en área de corte (después de implementar el sistema pull) del año 2019.

Se tomó los costos desde el mes de Enero hasta el mes de Junio.

## Variable 2: Inventarios de producción.

Para el análisis de la variable 2 se tomó 2 materiales los más representativos, uno del almacén y el otro del área de corte los cuales tienen comportamiento similar a los demás.

A continuación, se mencionan los 2 materiales:

- Melamina MDF Cedro (MA1), se analizará el costo mensual en el almacén.
- Melamina MDF Cedro (MC1), se analizará el costo mensual del material por corte en el área de corte.

Tabla 53:

*Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacen, antes de implementar el sistema pull 2018.*

COSTO MENSUAL (SOLES) DE MATERIALES E INSUMOS EN EXCESO EN EL ALMACEN ANTES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2018)							
N°	Objeto	Costo mes de Enero	Costo de mes de Febrero	Costo de mes de Marzo	Costo de mes de Abril	Costo de mes de Mayo	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro (MA1)	15400	18480	21868	24640	20790	21560

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 54:

*Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1), del área de corte, antes de implementar el sistema pull 2018.*

COSTO MENSUAL (SOLES) DE MATERIALES POR CORTE EN EXCESO EN AREA DE CORTE ANTES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2018)							
N°	Objeto	Costo mes de Enero	Costo de mes de Febrero	Costo de mes de Marzo	Costo de mes de Abril	Costo de mes de Mayo	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro (MC1)	2.5	1.25	3	1	1.5	2.75

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 55:

*Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacen, después de implementar el sistema pull 2019.*

COSTO MENSUAL (SOLES) DE MATERIALES E INSUMOS EN EL ALMACEN DESPUES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2019)							
N°	Objeto	Costo mes de Enero	Costo de mes de Febrero	Costo de mes de Marzo	Costo de mes de Abril	Costo de mes de Mayo	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro (MA1)	14168	14168	14168	14168	14168	14168

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 56:

*Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1), del área de corte, después de implementar el sistema pull 2019.*

COSTO MENSUAL (SOLES) DE MATERIALES POR CORTE EN EL AREA DE CORTE DESPUES DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL (2019)							
N°	Objeto	Costo mes de Enero	Costo de mes de Febrero	Costo de mes de Marzo	Costo de mes de Abril	Costo de mes de Mayo	Costo de mes de Junio
1	Melamina MDF Cedro (MC1)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 57 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas del Costo mensual (soles) de la Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes y después de Implementar el Sistema Pull.

Tabla 57:

*Muestras obtenidas del Costo mensual (soles) de la Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes y después de Implementar el sistema pull.*

	Costo mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) Antes	Costo mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) Después
ENERO	15400	14168
FEBRERO	18480	14168
MARZO	21868	14168
ABRIL	24640	14168
MAYO	20790	14168
JUNIO	21560	14168

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 58 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas del Costo mensual (soles) por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1), del área de corte, antes y después de Implementar el Sistema Pull.

Tabla 58:

*Muestras obtenidas del Costo mensual (soles) por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1), del área de corte, antes y después de Implementar el Sistema Pull.*

	Costo mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) Antes	Costo mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) Después
ENERO	2.5	0.5
FEBRERO	1.25	0.5
MARZO	3	0.5
ABRIL	1	0.5
MAYO	1.5	0.5
JUNIO	2.75	0.5

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

**Con lo presentado anteriormente se procede a realizar la Prueba de Normalidad para el primer material: Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén.**

Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Los Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **ANTES** de la implementación del sistema Pull **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Los Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **ANTES** de la implementación del sistema Pull **NO** se distribuyen normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 59:

*Prueba de normalidad, costos mensual de melamina MDF (MA1) antes de implementar el sistema pull.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
caantes	,209	6	,200 <sup>*</sup>	,963	6	,843

<sup>\*</sup>. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 59 que el p-sig de este caso 0.843 es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén antes de la implementación del sistema pull se distribuyen normalmente.

$H_0$ : Los Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **DESPUÉS** de la implementación del Sistema Pull **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_1$ : Los Costos de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **DESPUÉS** de la implementación del Sistema Pull **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 60:

*Prueba de normalidad, costos mensual de melamina MDF (MA1) después de implementar el sistema pull.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
cadespues	.	6	.	.	6	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 60 que el p-sig de este caso no tiene valor por lo tanto los Costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén después de la implementación del Sistema Pull **NO** tiene una distribución normal dado que es una constante (14168).

Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que los Costos antes de la implementación del sistema pull y después de la implementación difieren significativamente y como estas dos variables son independientes y una variable se distribuyen normalmente y la otra no dado que es una constata aplicaremos el Estadístico Paramétrico T-Student estadístico que compara promedios y ver su significancia.

### **Prueba de Hipótesis**

Ho: El Costo promedio mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **ANTES** de la implementación del Sistema Pull es **IGUAL** al Costo promedio mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **DESPUÉS** de la implementación del sistema pull.

H1: El Costo promedio mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **ANTES** de la implementación del sistema pull **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** al Costo promedio mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén **DESPUÉS** de la implementación del sistema pull.

Ho:  $\mu_a = \mu_d$      $\mu_a$  = costo promedio antes de la implementación sistema pull.

H1:  $\mu_a \neq \mu_d$      $\mu_d$  = costo promedio después de la implementación sistema pull.

La comprobación de estas hipótesis implica la utilización de un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

El Estadístico de comprobación es la T-Student dado que se va a comparar.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), si el p-sig de la prueba estadística es menor que 0.05 en caso contrario se aceptará.

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 61:

Resultados de comparación de tiempos promedios antes y después de la melamina MDF Cedro (MA1).

Estadísticas de grupo					
	cod2	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
costoalmacencia	Antes	6	20456,33	3171,677	1294,832
	Después	6	14168,00	,000	,000

Fuente: SPSS v-26.

De la Tabla 61 se puede observar el costo promedio de la Melamina MDF Cedro (MA1) del almacén después de la implementación es 14168.00 soles con una variación promedio de 0.000 soles.

Tabla 62:

Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de la melamina MDF Cedro (MA1).

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
costoalmacencia	Se asumen varianzas iguales	9,516	,012	4,856	10	,001	6288,333	1294,832	3403,268	9173,398
	No se asumen varianzas iguales			4,856	5,000	,005	6288,333	1294,832	2959,862	9616,804

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 62 que el p-sig de la prueba es 0.001 por lo que es menor que 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  que si existe diferencia significativa entre los costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MA1) en el almacén antes de la implementación del Sistema Pull y después de la implementación dado que estos costos se volvieron constantes.

## Prueba de Normalidad para el segundo material: Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte.

Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **ANTES** de la implementación del Sistema Pull **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **ANTES** de la implementación del Sistema Pull **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho), si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 63:

*Prueba de normalidad de Costos mensual por corte antes de la implementación del sistema pull.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
coacantes	,221	6	,200 <sup>*</sup>	,889	6	,313

<sup>\*</sup> Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
<sup>a</sup> Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 63 que el p-sig de este caso 0.313 es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula (Ho), es decir que los Costos

mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte antes de la implementación del Sistema Pull se Distribuyen Normalmente.

Ho: Los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **DESPUÉS** de la implementación del Sistema Pull **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **DESPUÉS** de la implementación del Sistema Pull **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho), si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 64:  
*Prueba de normalidad de Costos mensual por corte después de la implementación del sistema pull.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
coacdespues		6			6	

\* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 64 que el p-sig de este caso no tiene valor por lo tanto los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de

corte después de la implementación del sistema Pull **NO** se Distribuyen Normalmente dado que es una constante (0.5)

Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte antes de la implementación del Sistema Pull y después de la implementación difieren significativamente y como estas dos variables son independientes y una variable se distribuyen normalmente y la otra no dado que es una constante aplicaremos el Estadístico Paramétrico T-Student estadístico que compara promedios y ver su significancia.

### **Prueba de Hipótesis**

Ho: El Costo promedio mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **ANTES** de la implementación del Sistema Pull es **IGUAL** al Costo promedio mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **DESPUÉS** de la implementación del Sistema Pull.

H1: El Costo promedio mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **ANTES** de la implementación del Sistema Pull **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** al Costo promedio mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte **DESPUÉS** de la implementación del Sistema Pull.

Ho:  $\mu_a = \mu_d$   $\mu_a$  = costo promedio antes de la implementación del sistema pull.

H1:  $\mu_a \neq \mu_d$   $\mu_d$  = costo promedio después de la implementación del sistema pull.

La comprobación de estas hipótesis implica la utilización de un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

El Estadístico de comprobación es la T-Student dado que se va a comparar.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula (Ho), si el p-sig de la prueba estadística es menor que 0.05 en caso contrario se aceptará. Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 65:  
Resultados de comparación de medias de costo mensual por corte antes y después de la implementación del sistema pull.

Estadísticas de grupo					
	cod3	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
costosareacorte	Antes	6	2,0000	,85147	,34761
	Después	6	,5000	,00000	,00000

Fuente: SPSS v-26.

De la Tabla 65 se puede observar que el costo promedio por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte después de la implementación, es 0.5 soles con una variación promedio de 0.000 soles.

Tabla 66:  
Prueba de muestras independientes, costos mensual de la Melamina MDF Cedro (MC1) por corte del área de corte.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos area corte	Se asumen varianzas iguales	67,500	,000	4,315	10	,002	1,50000	,34761	,72547	2,27453
	No se asumen varianzas iguales			4,315	5,000	,008	1,50000	,34761	,60644	2,39356

Fuente: SPSS v-26.

### Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 66 que el p-sig de la prueba es 0.002 es menor que 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  que si existe diferencia significativa entre los Costos mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte antes de la implementación del Sistema Pull y después de la implementación del Sistema Pull dado que estos últimos costos se volvieron constantes.

### 3.- Resultados de implementar Mantenimiento Autónomo

Se realizará en base a la comparación del reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas antes de implementar mantenimiento autónomo del año 2018 y el reporte mensual por horas de paradas imprevistas de las máquinas después de implementar mantenimiento autónomo del año 2019.

Se tomó los costos desde el mes de Enero hasta el mes de Junio.

#### Variable 3: Paradas Imprevistas.

Para el análisis de la variable 3 se tomará en cuenta 2 máquinas, las cuales son las más representativas, y que tienen comportamiento similar a las demás.

A continuación, se mencionan las 2 máquinas:

- Máquina de corte lineal, se analizará las horas de paradas imprevistas mensual.
- Máquina Ruteadora, se analizará las horas de paradas imprevistas mensual.

Tabla 67:

*Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de máquina de corte lineal y máquina ruteadora antes de implementar mantenimiento autónomo (2018).*

REPORTE MENSUAL POR HORAS DE PARADAS IMPREVISTAS DE LAS MÁQUINAS ANTES DE IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (2018)										
N°	Tipo de Máquina	Ubicación de Máquina	Operario de Máquina	Anomalia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	Máquina de corte lineal	Área de corte	Luis Zapata	Fallo	26	33	21	28	36	34
2	Máquina ruteadora	Área de corte	José Rivera	Fallo	35	38	27	33	29	30

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 68:

*Reporte mensual por horas de paradas imprevistas de máquina de corte lineal y máquina ruteadora después de implementar mantenimiento autónomo (2019).*

REPORTE MENSUAL POR HORAS DE PARADAS IMPREVISTAS DE LAS MÁQUINAS DESPUES DE IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO AUTONOMO (2019)										
N°	Tipo de Máquina	Ubicación de Máquina	Operario de Máquina	Se presento alguna Falla	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	Máquina de corte lineal	Área de corte	Luis Zapata	Revisión y Verificación	10	11	10	11	10	11
2	Máquina ruteadora	Área de corte	José Rivera	Revisión y Verificación	11	10	10	10	11	11

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 69 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas, de horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal antes y después de la Implementación del Mantenimiento Autónomo.

Tabla 69:

*Muestras obtenidas, de horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal antes y después de la Implementación del mantenimiento autónomo.*

	Horas de parada mensual de la Máquina de corte Lineal Antes	Horas de parada mensual de la Máquina de corte Lineal Después
ENERO	26	10
FEBRERO	33	11
MARZO	21	10
ABRIL	28	11
MAYO	36	10
JUNIO	34	11

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 70 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas, de horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora antes y después de la Implementación del Mantenimiento Autónomo.

Tabla 70:

*Muestras obtenidas, de horas de parada mensual de la Máquina de Ruteadora antes y después de la Implementación del mantenimiento autónomo.*

	Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora Antes	Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora Después
ENERO	35	11
FEBRERO	38	10
MARZO	27	10
ABRIL	33	10
MAYO	29	11
JUNIO	30	11

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

**Con lo mencionado anteriormente se procede a realizar la Prueba de Normalidad para la primera Máquina de Corte lineal.**

Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza). Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 71:

*Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal antes de la implementación del mantenimiento autónomo.*

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	,221	6	,200 <sup>*</sup>	,943	6	,680

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 71 que el p-sig de este caso 0.680 es  $> 0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal antes de la implementación del mantenimiento autónomo se Distribuyen Normalmente.

$H_0$ : Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_1$ : Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha = 0.05$ , en caso contrario se rechaza Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 72:

*Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal después de la implementación del mantenimiento autónomo.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Despues	,319	6	,056	,683	6	.004

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 72 que el p-sig de este caso 0.004 es < que 0.05 por lo tanto rechazamos la hipótesis Nula Ho, es decir que las Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal después de la implementación del mantenimiento autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que las Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal después de la implementación del mantenimiento autónomo y antes de la implementación difieren significativamente y como estas dos variables son independientes, pero una de ellas se distribuyen normalmente y la otra no. Aplicaremos el Estadístico No Paramétrico U-Mann-Whitney estadístico que compara promedios y ver su significancia.

### Prueba de Hipótesis

Ho: Las Horas promedio de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo es **IGUAL** a las Horas

promedio de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo.

H1: Las Horas promedio de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** a las Horas promedio de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo.

Ho:  $H_{\mu a} = H_{\mu d}$        $H_{\mu a}$ : Horas promedio de parada antes Implementación.

H1:  $H_{\mu a} \neq H_{\mu d}$        $H_{\mu d}$ : Horas promedio de parada después de la Implementación.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como una de las variables No se distribuye normalmente utilizaremos el estadístico no paramétrico U- Mann-Whitney que comparará las horas promedio de paradas de la máquina de corte lineal antes de la implementación y después de la implementación del mantenimiento autónomo.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 73:

*Estadísticos de prueba de horas de parada mensual de la máquina de corte lineal.*

Estadísticos de prueba	
	maqcortelineal
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	21,000
Z	-2,923
Sig. asintótica(bilateral)	,003
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>
a. Variable de agrupación: cod3	
b. No corregido para empates.	

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 73 que el p-sig de este caso 0.003 que es  $< 0.05$  por lo tanto rechazamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y aceptamos  $H_1$  es decir que los Horas de parada mensual de la Máquina de Corte Lineal antes y después de la implementación del Mantenimiento Autónomo difieren significativamente.

### Prueba de Normalidad para la segunda Máquina Ruteadora.

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_1$ : Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 74:

*Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina ruteadora antes de la implementación del mantenimiento autónomo.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	,187	6	,200*	,969	6	,885

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 74 que el p-sig de este caso 0.885 que es  $> 0.05$  por lo tanto aceptamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora antes de la implementación del mantenimiento autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_0$ : Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_1$ : Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ) llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 75:

*Prueba de normalidad de horas de parada mensual de la máquina ruteadora después de la implementación del mantenimiento autónomo.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Despues	,319	6	,056	,683	6	,004

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 75 que el p-sig de este caso 0.004 es  $<0.05$  por lo tanto rechazamos la hipótesis Nula ( $H_0$ ) es decir que las Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora después de la implementación del mantenimiento autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que las Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora después de la implementación del mantenimiento autónomo y antes de la implementación difieren significativamente y como estas dos variables son independientes, pero una de ellas se distribuyen normalmente y la otra no. Aplicaremos el Estadístico No Paramétrico U-Mann-Whitney estadístico que compara rangos de promedios y ver su significancia.

### **Prueba de Hipótesis**

$H_0$ : Las Horas promedio de parada mensual de la Máquina Ruteadora **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo es **IGUAL** a las Horas promedio de parada mensual de la Máquina Ruteadora **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo.

$H_1$ : Las Horas promedio de parada mensual de la Máquina Ruteadora **ANTES** de la implementación del mantenimiento autónomo **DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE** a las Horas promedio de parada mensual de la Máquina Ruteadora **DESPUÉS** de la implementación del mantenimiento autónomo.

$H_0$ :  $H_{\mu a} = H_{\mu d}$                        $H_{\mu a}$  se lee Horas mensual promedio antes de la implementación.

$H_1$ :  $H_{\mu a} \neq H_{\mu d}$                        $H_{\mu d}$  se lee Horas mensual promedio después de la implementación.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como una de las variables No se distribuye normalmente utilizaremos el estadístico no paramétrico U- Mann-Whitney que comparará las horas promedio de paradas de la Máquina Ruteadora antes de la implementación y después de la implementación del mantenimiento autónomo.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), si el p-sig de la prueba estadística U-Mann-Whitney es menor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 76:

*Estadísticos de prueba de horas de parada mensual de la máquina ruteadora.*

Estadísticos de prueba	
	Maqruteadora
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	21,000
Z	-2,923
Sig. asintótica(bilateral)	,003
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>
a. Variable de agrupación: cod4	
b. No corregido para empates.	

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 76 que el p-sig de este caso 0.003 es  $< 0.05$  por lo tanto rechazamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y aceptamos  $H_1$  es decir que los Horas de parada mensual de la Máquina Ruteadora antes y después de la implementación del Mantenimiento Autónomo difieren significativamente, quiere decir que las Horas de parada mensual después de la implementación ha tenido efecto, en consecuencia, han disminuido los tiempos de horas de parada.

#### 4.- Resultados de Optimizar el proceso

Se realizará en base a la comparación de los costos de fabricación mensual antes de optimizar el proceso del año 2018 y los costos de fabricación mensual después de optimizar el proceso del año 2019.

Se tomó los costos desde el mes de Enero hasta el mes de Junio.

#### Variable 4: Costos de fabricación.

Para el análisis de la variable 4 se tomará en cuenta 2 costos, los cuales son los más representativos, y que tienen comportamiento similar a los demás.

A continuación, se mencionan los 2 costos:

- Costo máquina, se analizará el costo mensual.
- Costo mano de obra, se analizará el costo mensual.

Tabla 77:

*Reporte mensual de costo de máquina y costo de mano de obra Enero-Junio(2018), antes de optimizar el proceso.*

COSTOS DE FABRICACIÓN MENSUAL ANTES DE OPTIMIZAR EL PROCESO (2018)							
Descripción del costo	Costos por escritorio (soles)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Costo de máquina	30	5778	5832	5670	5724	5886	5940
Costo mano de obra	35	6615	6930	6804	6741	6867	6678

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

Tabla 78:

*Reporte mensual de costo de máquina y costo de mano de obra Enero-Junio(2019), después de optimizar el proceso.*

COSTOS DE FABRICACIÓN MENSUAL DESPUES DE OPTIMIZAR EL PROCESO (2019)							
Descripción del costo	Costos por escritorio (soles)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Costo de máquina	30	5400	5370	5400	5340	5400	5370
Costo mano de obra	35	6265	6300	6300	6230	6300	6230

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 79 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas, para el costo de máquina mensual antes y después de Optimizar el Proceso.

Tabla 79:

*Muestras obtenidas, para el costo de máquina mensual (soles) antes y después de Optimizar el Proceso.*

	Costo de máquina mensual Antes	Costo de máquina mensual Después
ENERO	5778	5400
FEBRERO	5832	5370
MARZO	5670	5400
ABRIL	5724	5340
MAYO	5886	5400
JUNIO	5940	5370

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

A continuación, en la Tabla 80 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas, para el costo de mano de obra mensual antes y después de Optimizar el Proceso.

Tabla 80:

*Muestras obtenidas, para el costo de mano de obra mensual (soles) antes y después de Optimizar el Proceso.*

	Costo de mano de obra mensual Antes	Costo de mano de obra mensual Después
ENERO	6615	6265
FEBRERO	6930	6300
MARZO	6804	6300
ABRIL	6741	6230
MAYO	6867	6300
JUNIO	6678	6230

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

**Con lo mencionado anteriormente se procede a realizar la Prueba de Normalidad para el primer costo de máquina.**

Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Los Costos de Máquina mensual **ANTES** de Optimizar el Proceso **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Los Costos de Máquina mensual **ANTES** de Optimizar el Proceso **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ) llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 81:

*Prueba de normalidad de costos de máquina mensual antes de optimizar el proceso.*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	,122	6	,200*	,982	6	,961

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 81 que el p-sig de este caso 0.961 es  $> 0.05$  por lo tanto aceptamos Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los Costos de Máquina mensual antes de la Optimización del Proceso se Distribuyen Normalmente.

$H_0$ : Los Costos de Máquina mensual **DESPUÉS** de Optimizar el Proceso **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_1$ : Los Costos de Máquina mensual **DESPUÉS** de Optimizar el Proceso la **NO** Se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ) llamado también error Tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha = 0.05$ , en caso contrario se rechaza Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 82:

*Prueba de normalidad de costos de máquina mensual después de optimizar el proceso.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
	o			o		
Despues	,293	6	,117	,822	6	,091
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 82 que el p-sig de este caso 0.091 es  $> 0.05$  por lo tanto aceptamos la Hipótesis Nula (Ho), es decir que los Costos de Máquina mensual después de la Optimización del Proceso se Distribuyen Normalmente.

Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que los Costos antes de la Optimización del Proceso y después de la Optimización difieren significativamente y como estas dos variables son independientes y se distribuyen normalmente aplicaremos el Estadístico Paramétrico T-Student estadístico que compara promedios y ver su significancia.

### Prueba de Hipótesis

Ho: El Costo promedio de Máquina mensual **ANTES** de la implementación de la Optimización del proceso es **IGUAL** al Costo promedio de Máquina mensual **DESPUÉS** de la Optimización del Proceso.

H1: El Costo promedio de Máquina mensual **ANTES** de la implementación de la Optimización del Proceso **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** al Costo promedio de Máquina mensual **DESPUÉS** de la Optimización del Proceso.

Ho:  $\mu_a = \mu_d$   $\mu_a$  se lee costo promedio antes de la optimización del proceso.

H1:  $\mu_a \neq \mu_d$   $\mu_d$  se lee costo promedio después de la optimización del proceso.

La comprobación de esta hipótesis implica la utilización de un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

El Estadístico de comprobación es la T-Student dado que se va a comparar.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula (Ho), si el p-sig de la prueba estadística es menor que 0.05 en caso contrario se aceptará.

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 83:

Resultados de comparación de medias costo máquina antes y después de la optimización del proceso.

Estadísticas de grupo					
	cod5	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Máquina	Antes	6	5805,00	101,025	41,243
	Después	6	5380,00	24,495	10,000

Fuente: SPSS v-26.

De la Tabla 83 se puede observar que el costo promedio de máquina después de la implementación, es 5380 soles con una variación promedio de 24.495 soles.

Tabla 84:

Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de costo máquina.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Máquina	Se asumen varianzas iguales	9,102	,013	10,015	10	,000	425,000	42,438	330,442	519,558
	No se asumen varianzas iguales			10,015	5,586	,000	425,000	42,438	319,262	530,738

Fuente: SPSS v-26.

## Conclusión

Se puede observar en la Tabla 84 que el p-sig de la prueba es 0.000 es menor que 0.05 por lo tanto se rechaza la Hipótesis Nula (Ho) y se acepta la H1, por lo tanto, si existe diferencia significativa, los costos de máquina mensual antes de la implementación de la optimización del Proceso y después difieren significativamente es decir que los costos de máquina mensual han disminuido después de la optimización del proceso.

## Prueba de Normalidad para el segundo Costo de mano de obra.

### Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Los Costos de Mano de Obra mensual **ANTES** de Optimizar el Proceso **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: Los Costos de Mano de Obra mensual **ANTES** de Optimizar el Proceso **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ) llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

### Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula (Ho) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula (Ho).

### Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 85:

*Prueba de normalidad de costos de mano de obra mensual antes de optimizar el proceso.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ANTES	,122	6	,200*	,982	6	,961

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 85 que el p-sig de este caso 0.961 es  $> 0.05$  por lo tanto aceptamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los Costos de Mano de Obra mensual antes de la Optimización del Proceso se Distribuyen Normalmente.

$H_0$ : Los Costos de Mano de Obra mensual **DESPUÉS** de Optimizar el Proceso **SI** se Distribuyen Normalmente.

$H_1$ : Los Costos de Mano de Obra mensual **DESPUÉS** de Optimizar el Proceso **NO** se Distribuyen Normalmente.

Para la comprobación de la Hipótesis Nula se ha utilizado un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ) Llamado también error tipo I (sabiendo que la hipótesis es verdadera se rechaza).

Como los datos son numéricos se aplicará la prueba de Shapiro Wilk para comprobar si los datos se distribuyen normalmente y por contar una muestra menor que 50.

Decisión:

Se Aceptará Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 86:

*Prueba de normalidad de costos de mano de obra mensual después de optimizar el proceso.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DESPUESMANO	,302	6	,094	,775	6	,035

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 86 que el p-sig de este caso 0.035 es  $< 0.05$  por lo tanto Rechazamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que los Costos de Mano de Obra mensual después de la Optimización del Proceso NO se Distribuyen Normalmente. Dado que el estudio es comparativo vamos a someter estas dos variables a comprobación de que los Costos de Mano de Obra mensual antes de la Optimización del Proceso y después de la Optimización del Proceso difieren significativamente y como estas dos variables son independientes y una de ellas no es normal aplicaremos el Estadístico No Paramétrico U-Mann Whitney estadístico que compara promedios y ver su significancia.

### Prueba de Hipótesis

$H_0$ : El Costo promedio de mano de obra mensual **ANTES** de la implementación de la Optimización del Proceso es **IGUAL** al Costo promedio de mano de obra mensual **DESPUÉS** de la Optimización del Proceso.

$H_1$ : El Costo promedio de mano de obra mensual **ANTES** de la implementación de la Optimización del Proceso **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** al Costo promedio de mano de obra mensual **DESPUÉS** de la Optimización del Proceso.

$H_0: \mu_a = \mu_d$        $\mu_a$  se lee costo promedio antes de la optimización del proceso.

$H_1: \mu_a \neq \mu_d$        $\mu_d$  se lee costo promedio después de la optimización del proceso.

La comprobación esta hipótesis implica la utilización de un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

El Estadístico de comprobación es la U-Mann Whitney dado que se va a comparar.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), si el p-sig de la prueba estadística es menor que 0.05 en caso contrario se aceptará.

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 87:  
*Estadísticos de prueba de costos mano de obra mensual.*

<b>Estadísticos de prueba</b>	
	MANOBRA
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	21,000
Z	-2,908
Sig. asintótica(bilateral)	,004
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>
a. Variable de agrupación: COD41	
b. No corregido para empates.	

Fuente: SPSS v-26.

**Conclusión:**

Se puede observar en la Tabla 87 que el p-sig de la prueba es 0.004 es menor que 0.05 por lo tanto se rechaza la Hipótesis Nula (Ho) y se acepta la H1, por lo tanto, si existe diferencia significativa, es decir que los costos de la mano de obra mensual antes de la Optimización del proceso y los costos de la mano de obra mensual después de la Optimización del proceso difieren significativamente.

**Con respecto a la Productividad se realizó también el análisis estadístico para comprobar su comportamiento antes y después de las implementaciones realizadas.**

Cabe mencionar que antes y después de la implementación se tiene como base un pedido mensual de 180 escritorios.

Tabla 88:  
*Cuadro para análisis estadístico de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2018.*

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD MENSUAL DE ESCRITORIOS EN MELAMINA ANTES DE IMPLEMENTAR 5S, SISTEMA PULL Y MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (2018)						
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL DE ESCRITORIOS ENTREGADOS
149	100	99	116	105	112	681

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

En la Tabla 88 se puede apreciar que no se llega a cumplir con el pedido de 180 escritorios por mes.

Tabla 89:

*Cuadro para análisis estadístico de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2019.*

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD MENSUAL DE ESCRITORIOS EN MELAMINA DESPUES DE IMPLEMENTAR 5S, SISTEMA PULL Y MANTENIMIENTO AUTONOMO (2019)						
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL DE ESCRITORIOS ENTREGADOS
180	180	180	180	180	180	1080

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

En la Tabla 89 se puede apreciar que se llega a cumplir con el pedido de 180 escritorios por mes, esto se debe a las implementaciones realizadas que han optimizado el proceso, por lo cual se cumple con el tiempo de entrega solicitado por el cliente.

A continuación, en la Tabla 90 se adjunta el resumen de las muestras obtenidas, para la productividad mensual (escritorios por mes) antes y después de Implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

Tabla 90:

*Muestras obtenidas, para la productividad mensual (escritorios por mes) antes y después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.*

	Antes de Implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo	Después de Implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo
ENERO	149	180
FEBRERO	100	180
MARZO	99	180
ABRIL	116	180
MAYO	105	180
JUNIO	112	180

Fuente: La empresa en estudio.

Elaboración: Propia.

**A continuación, se realizará la Prueba de normalidad para la Productividad mensual de escritorios en melamina:**

Hipótesis Nula (Ho)

Ho: La productividad mensual de escritorios en melamina **ANTES** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: La productividad mensual de escritorios en melamina **ANTES** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Como son valores numéricos y la muestra de datos es  $n=6$ , se demostrará que estos datos provienen de una población que se distribuye normalmente aplicaremos la prueba estadística Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk en este caso como la muestra es pequeña el que nos dirá que son normales es Shapiro Wilk.

Para esta prueba utilizaremos el nivel de significancia o error tipo I (sabiendo que la Hipótesis Nula  $H_0$  es verdadera lo rechazamos)  $\alpha=0.05$

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 91:

*Prueba de normalidad de productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2018.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	,280	6	,154	,801	6	,060

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Utilizando los datos de Shapiro Wilk de la Tabla 91 tenemos que el p-sig =0.06 es  $>0.05$  por lo que se concluye que se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es decir que la productividad mensual antes de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo se Distribuyen Normalmente.

$H_0$ : La productividad mensual de escritorios en melamina **DESPUES** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo **SI** se Distribuyen Normalmente.

H1: La productividad mensual de escritorios en melamina **DESPUES** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Como son valores numéricos y la muestra de datos es  $n=6$ , para ver que si estos datos provienen de una población que se distribuye normalmente aplicaremos la prueba estadística Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk en este caso como la muestra es pequeña el que nos dirá, que son normales es Shapiro Wilk.

Para esta prueba utilizaremos el nivel de significancia o error Tipo I,  $\alpha=0.05$

Decisión:

Se Aceptará la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el p-sig de la prueba estadística Shapiro Wilk es mayor que  $\alpha= 0.05$ , en caso contrario se rechaza Hipótesis Nula ( $H_0$ ).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 92:

*Prueba de normalidad de productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo del año 2019.*

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad después	.	6	.	.	6	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v-26.

Conclusión:

Se puede observar en la Tabla 92 que no existe el p-sig porque los valores son constantes, es decir que la productividad mensual después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo **NO** se Distribuyen Normalmente.

Por lo tanto, si queremos comparar si existe diferencia significativa entre la productividad mensual antes y después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo, utilizaremos la prueba estadística paramétrica en este caso la Prueba T de Student.

## Prueba de Hipótesis

Ho: La productividad promedio mensual de escritorios en melamina **ANTES** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo es **IGUAL** a la productividad promedio mensual de escritorios en melamina **DESPUÉS** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

H1: La productividad promedio mensual de escritorios en melamina **ANTES** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo **DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE** a la productividad mensual de escritorios en melamina **DESPUÉS** de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

Ho:  $\mu_a = \mu_d$   $\mu_a$  se lee productividad promedio antes de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

H1:  $\mu_a \neq \mu_d$   $\mu_d$  se lee productividad promedio después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

Como son valores numéricos y la muestra de datos es  $n=6$ , para ver que si estos datos antes de la implementación 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo y después de la implementación 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo difieren significativamente y como estas dos variables son independientes y una variable se distribuyen normalmente y la otra no dado que es una constante utilizaremos la prueba estadística T de Student dado que esta prueba compara los promedios y ver su significancia.

Para esta prueba utilizaremos  $\alpha=0.05$  el nivel de significancia.

Decisión:

Se rechazará la Hipótesis Nula (Ho) si p-sig de la prueba es  $<$  que  $\alpha$ , es decir  $p\text{-sig} < \alpha = 0.05$  en caso contrario aceptamos la Hipótesis Nula (Ho).

Aplicación de la Prueba con SPSS v-26

Tabla 93:

Resultados de comparación de medias de productividad mensual antes y después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo.

Estadísticas de grupo					
		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Productividad	Antes	6	113,5000	18,61988	7,60153
	Después	6	180,0000	,00000	,00000

Fuente: SPSS v-26.

De la Tabla 93 se puede observar que el promedio de la productividad mensual de escritorios antes de la implementación 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo es 113.5 escritorios con una variación promedio de 18.6 escritorios.

También se puede apreciar que el promedio de la productividad mensual de escritorios después de la implementación 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo es de 180 escritorios con una variación promedio de 0.000 escritorios, debido a que se logró mantener una producción constante en los siguientes meses por las implementaciones realizadas.

Tabla 94:

Resultados de la prueba de T de Student para muestras independientes de productividad mensual de escritorios.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Productividad	Se asumen varianzas iguales	6,244	,032	-8,748	10	,000	-66,50000	7,60153	-83,43728	-49,56272
	No se asumen varianzas iguales			-8,748	5,000	,000	-66,50000	7,60153	-86,04037	-46,95963

Fuente: SPSS v-26.

### Conclusión:

Observamos de la Tabla 94 que  $p$  (sig bilateral) = 0.000 es menor que  $\alpha=0.05$  por lo tanto rechazamos la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) es decir, que la productividad mensual de escritorios en melamina antes de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento

Autónomo difiere significativamente de la productividad mensual de escritorios en melamina después de implementar 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo, se convirtió en una constante.

## CONCLUSIONES

1. La implementación de 5S en el área del almacén y en el área de corte, logro mejorar los tiempos de entrega de los materiales e insumos para la fabricación de los escritorios de melamina, antes de la implementación 5S el tiempo promedio para la entrega de melamina MDF Cedro (MA1) del almacén es de 148.60 segundos, después de la implementación 5S el tiempo promedio para la entrega de melamina MDF Cedro (MA1) del almacén es de 65.88 segundos, logrando tener como resultado la disminución del tiempo de entrega de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, el cual representa un 55.67% de reducción.
2. La implementación 5S logro mejorar el tiempo promedio para la entrega de melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, antes de la implementación 1478.08 segundos y después de la implementación 871.84 segundos, logrando tener como resultado la disminución del tiempo de entrega de melamina MDF Cedro (MC1) del área de corte, el cual representa un 41.02% de reducción.
3. La implementación del Sistema Pull en las áreas de relacionadas con la fabricación de los escritorios de melamina, logro reducir el costo mensual de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, antes de la implementación el costo promedio mensual de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén es de 20456.33 soles, después de la implementación el costo promedio mensual de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén es de 14168.00 soles, este resultado se debe a que solo se tiene materiales e insumos de acuerdo al pedido del cliente, logrando tener como resultado la disminución del costo mensual de la melamina MDF Cedro (MA1) del almacén, el cual representa un 30.74% de reducción.
4. La implementación del Sistema Pull logro reducir el Costo promedio mensual por corte de la Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte, antes de la implementación 2.0 soles y después de la implementación 0.5 soles, logrando tener como resultado la disminución del Costo mensual por corte de la

Melamina MDF Cedro (MC1) en el área de Corte, el cual representa un 75% de reducción.

5. La implementación del Mantenimiento Autónomo logro reducir las horas de paradas imprevistas por mes, antes de la implementación las horas promedio de parada imprevistas de la máquina de corte lineal es de 29.66 horas y después de la implementación las horas promedio de parada imprevistas de la máquina de corte lineal es de 10.5 horas, este resultado se debe a que el operario de cada máquina realiza el mantenimiento en forma continua y de acuerdo a un plan de mantenimiento autónomo establecido, logrando tener como resultado la disminución de las horas de paradas imprevistas de la máquina de corte lineal, el cual representa un 64.60% de reducción.
6. La implementación del Mantenimiento Autónomo logro reducir las horas promedio de parada imprevistas de la máquina ruteadora, antes de la implementación 32 horas y después de la implementación 10.5 horas, logrando tener como resultado la disminución de las horas de paradas imprevistas de la máquina ruteadora, el cual representa un 67.19% de reducción.
7. La Optimización del Proceso, logro reducir el costo de máquina mensual, antes de la optimización del proceso el costo promedio de máquina mensual es de 5805 soles y después de la optimización del proceso el costo promedio de máquina mensual es de 5380 soles, esto se debe a las implementaciones de 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo que se realizaron en la Empresa, logrando tener como resultado la disminución del costo de máquina, el cual representa un 7.32% de reducción.
8. La Optimización del Proceso, logro reducir el costo promedio de mano de obra mensual, antes de la optimización del proceso es de 6772.5 soles y después de la optimización del proceso es de 6270.83 soles, logrando tener como resultado la disminución del costo de mano de obra, el cual representa un 7.41% de reducción.

9. El promedio de la productividad mensual de escritorios antes de la implementación 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo es 113.5 escritorios, después de la implementación 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo el promedio de la productividad mensual de escritorios es de 180 escritorios, lo cual se ha convertido en una producción constante para todos los meses, logrando tener como resultado un incremento de la productividad, el cual representa un 58.59% de aumento.
10. Se logró incrementar la productividad del proceso de fabricación, mediante la reducción de los tiempos de entrega de los materiales e insumos, de los inventarios y las paradas imprevistas de las máquinas.
11. El uso adecuado de las herramientas de Lean Manufacturing, pueden lograr cambios significativos en todo tipo de procesos (producción o servicios), logrando una ventaja competitiva para las empresas.
12. De acuerdo a los resultados obtenidos de la metodología, se puede confirmar la parte teórica, la cual indica que Lean Manufacturing, logra minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos que sean imprescindibles. Así, eliminando el despilfarro se mejora la calidad y se reducen el tiempo de fabricación y los costes.
13. La productividad del Enero-Junio del 2019 se incrementó en un 58.59%, lo cual representa una ganancia de 167580 soles respecto a Enero-Junio del 2018, logrando mejorar su productividad, esto se debe a las implementaciones de 5S, Sistema Pull y Mantenimiento Autónomo que se han dado en la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que todo el personal involucrado en el proceso de fabricación hasta la gerencia, sigan con las capacitaciones, seguimiento y cumplimiento de los formatos con el fin de tener una retroalimentación para el logro de una mejora continua.
2. Se recomienda seguir con las implementaciones establecidas a fin de poder tener una ventaja competitiva y poder establecerse con mayor fuerza en el mercado al cual pertenece.
3. Se recomienda la implementación de la metodología Lean Manufacturing en los demás sectores de la industria como metal mecánico, alimentos, metalúrgico farmacéutico, textil, etc.
4. Se recomienda comenzar con proyectos piloto, aplicar la metodología en un proceso, para un solo tipo de producto, y al obtener resultados, el equipo que implementa, con esa experiencia, puede replicar la metodología en procesos más complicados.
5. Se recomienda registrar datos del proceso, todas las variables de entrada y todas las variables de salida, ya que esos datos podrán usarse para realizar el análisis respectivo y proponer mejoras.
6. Se recomienda que las empresas cuenten con un área propia de mejora continua, mediante lo cual podrán tener un equipo de profesionales especializados en distintas herramientas de mejora que permitirá lograr cambios significativos en las empresas.
7. Se recomienda capacitar a todo el personal con una certificación de Lean Manufacturing, ya que con ello tendrán conocimientos sólidos sobre las herramientas implementadas, logrando una mejor competitividad frente a otras empresas del rubro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre C. (2016). *Situación en la industria maderera y forestal*. Guatemala: Escuela de Agronomía-Universidad San Carlos.
- Baca, G., Rodríguez, N., Pacheco, A., Reyes, J., Alcántar, E., Prieto, A., Pérez, G., Rivera, I., Pinzón, C., Vittoria, M., Rivera, G. (2014). *Administración integral, hacia un enfoque de procesos*. México. Universidad Iberoamericana.
- Barbosa R. (2009). *Monitoreo y análisis estadístico de procesos con aplicaciones*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- García E. (1999). *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*. España: Centro de Formación de Postgrado-CFP-CERES-UFV.
- Gillet, F. y Seno, B (2014). *La caja de herramientas: control de calidad*. México. EDITORIAL: Grupo Editorial Patria.
- Gutiérrez, H. y Vara, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: McGRAW-HILL.
- Hernández, J. y Vizán A. (2013). *Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación*. Madrid, España: Fundación EOI.
- Hernandez, R., Fernadnez, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México. McGraw-HILL.
- Martínez, A. y Cegarra, J. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal*. Madrid. España. Editorial de economistas.
- Manzano, M. y Gisbert, V. (2016). *Lean manufacturing: implantación de 5S. 3C* Tecnología.

- Martín, P. y Socconini, L. (2019). *Lean energy 4.0: Guía de implementación*. Barcelona. Editorial: Marge Books.
- Mora R. (2007). *Análisis para la mejora del proceso de producción de lápices de madera en una empresa mexicana*. México: Universidad Autónoma de Chapingo división de ciencias forestales.
- Nieto. A. (2014). *Implementación de la metodología seis sigma para el mejoramiento continuo del proceso de venta de servicios tecnológicos y comunicacionales en Ecuadortelecom S.A.* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil. Ecuador.
- Niebel B. (2015). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México: Editorial The McGraw-Hill.
- Peláez M. (2016). *Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera*. Ecuador: Escuela de Ingeniería mecánica y ciencias de la producción.
- Pinto M. (2015). *Fabricación de muebles de madera*. España: Guía de buenas prácticas en la industria de la madera y el mueble.
- Rajadell, M. (2019). *Creatividad: Rendimiento y mejora continua*. Barcelona. España. Editorial: REVERTÉ.
- Rueda. L. (2007). *Aplicación de la metodología seis sigma y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. México.
- Sánchez R. (2012). *Diseño y construcción de un router CNC para la fabricación de puertas de MDF*. Ecuador: Escuela de Ingeniería Electromecánica.
- Sibile A. (2014). *Fabricación de muebles de madera*. Perú: Guía de procesamiento industrial (PROMPEX).

Socconini, L. (2018). *Lean Company más allá de la manufactura*. Guadalajara, Mexico. Pandora Impresiones.

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing: paso a paso*. Barcelona. Editorial: Marge Books.

Tolosa, L. (2016). *Técnicas de mejora continua en el transporte*. Editorial: Marge Books.

## ANEXOS

### Anexo 1: Declaración de Autenticidad

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	Escuela de Posgrado
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO</b>		
<b>DECLARACIÓN DEL GRADUANDO</b>		
Por el presente, el graduando: (Apellidos y Nombres)		
<b>Palma Chauca, Steve Alexander</b>		
en condición de egresado del Programa de Posgrado:		
<b>Maestría en Ingeniería Industrial con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial</b>		
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:		
<b>Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina</b>		
<p>Declaro que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.</p> <p>Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.</p> <p>Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.</p>		
 _____ Firma del graduando		07 de Abril del 2021 _____ Fecha

## Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación



UNIVERSIDAD  
RICARDO PALMA

Escuela de Posgrado

### AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

#### DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL ÁREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

**Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina**

el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Estudiante (Apellidos y Nombres):

**Palma Chauca, Steve Alexander**

en condición de estudiante-investigador del Programa de:

**Maestría en Ingeniería Industrial con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial**

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para la aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

Nombre de la Empresa:	Autorización para el uso del nombre de la empresa en el Informe Final	SI NO
Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área:	Cargo del Jefe/Responsable del área:	
Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular:	Correo electrónico de la empresa:	

**NOTA: Este Formato no se llegó a completar debido a la pandemia por el cual estamos atravesando, se fue a la Empresa, pero me comunicaron que el único que puede llenar el formato es Gerente de la Empresa, y en reiteradas veces no se le encuentra, por tal motivo adjunto formato que la Empresa me brindo para desarrollar mi Trabajo de Tesis, antes que la Universidad emitiera este nuevo formato.**

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Fecha



Lima 28 de mayo del 2018

A: Universidad Ricardo Palma-Escuela de Post Grado  
Señor: Silverio Bustos.  
De: Ivan Omar Santos Aguirre (Gerente General)

Asunto: Recolección de datos y usar la información para desarrollar Tesis denominada "APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA MELAMINA"

Por la presente me dirijo a usted para informarle que el Bachiller Steve Alexander Palma Chaucha, con DNI 10722335, con domicilio Calle José Sato Mz U Lt 24 Segunda Etapa Villa Sol-Los Olivos, tiene la autorización para poder utilizar información de la Empresa solo para fines de desarrollo de su Tesis de Maestría.

Agradeciendo su amable atención al presente, me suscribo de usted,

Atentamente,

  
FURNITURE PERU S.A.C.  
Ivan Omar Santos Aguirre  
GERENTE GENERAL

### Anexo 3: Matriz de Consistencia

A continuación, se presenta la Matriz de Consistencia utilizada en la investigación del estudio. Ver Tabla 95.

Tabla 95:  
Matriz de Consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
¿Cómo mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina?	Mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina, mediante Aplicación de Lean Manufacturing.	Mediante la aplicación de Lean Manufacturing se mejorará la productividad de fabricación de muebles para oficina en melamina.	Aplicación de Lean Manufacturing.	aplica/no aplica	Mejora de productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina.	% de productividad mensual.
Específicos	Específicos	Secundarias o subsidiarias				
¿Cómo reducir los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina?	Implementar las 5s, para reducir los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	Mediante la implementación de las 5s, se reducirá los tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	Implementación de las 5s, en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	aplica/no aplica	Reducir tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	% de muebles acabados correctamente mensual.
¿Cómo reducir los inventarios de producción en proceso de la fabricación de muebles para oficina en melamina?	Implementar un sistema pull, en la fabricación de muebles para oficina en melamina, que permita reducir los inventarios de producción en proceso.	Mediante la implementación de un sistema pull, se reducirá los inventarios en proceso de la fabricación de muebles para oficina en melamina.	Implementación de un sistema pull.	aplica/no aplica	Inventarios de producción en proceso.	% inventarios de producción en proceso mensual.
¿Cómo reducir las paradas imprevistas de las máquinas durante la fabricación de muebles para oficina en melamina?	Implementar un Mantenimiento Autónomo, en la fabricación de muebles para oficina en melamina, que permita reducir las paradas imprevistas de las máquinas.	c. Mediante la implementación de un mantenimiento autónomo, se reducirá las paradas imprevistas de las máquinas.	Implementación de un Mantenimiento Autónomo.	aplica/no aplica	Paradas imprevistas de las máquinas.	% de paradas imprevistas de las máquinas mensual.
¿Cómo reducir los costos de fabricación, de muebles para oficina en melamina?	Optimizar el proceso de fabricación, mediante la estandarización de los procesos.	Mediante la Optimización de procesos, para la fabricación de muebles para oficina en melamina, se reducirá los costos de fabricación.	Optimización de procesos.	aplica/no aplica	Costos de fabricación.	% de Costo de Fabricación mensual.

Elaboración: Propia.

## Anexo 4: Matriz de Operacionalización

A continuación, se presenta la Matriz de Operacionalización de variable dependiente. Ver Tabla 96.

Tabla 96:  
*Matriz de operacionalización variable dependiente.*

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Mejora de productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina.	% de productividad mensual.	Permite mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina.	Reporte mensual de productividad.
Reducir tiempos de entrega en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	% de muebles acabados correctamente mensual.	Permite mejorar los cortes de madera melamina	Reporte mensual sobre muebles acabados correctamente.
Inventarios de producción en proceso.	% inventarios de producción en proceso mensual.	Permite mejorar los materiales que se necesitan para la fabricación de muebles en melamina.	Reporte mensual de pedidos entregados en la fecha indicada.
Paradas imprevistas de las máquinas.	% de paradas imprevistas de las maquinas mensual.	Permite reducir las paradas imprevistas de las máquinas.	Reporte mensual de fallas de máquinas.
Costos de fabricación.	% de Costo de Fabricación mensual.	Permite optimizar los procesos de fabricación de muebles para oficina en melamina.	Reportes mensuales de procesos acabados correctamente.

Elaboración: Propia.

A continuación, se presenta la Matriz de Operacionalización de variable independiente. Ver Tabla 97.

Tabla 97:  
*Matriz de operacionalización variable independiente.*

VARIA. INDEPEND	INDICADOR VI	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Aplicación de Lean Manufacturing.	aplica/no aplica	Permite mejorar la fabricación de muebles en melamina.	Reporte mensual sobre % de mejoras con respecto al mes anterior.
Implementación de las 5s, en la fabricación de muebles para oficina en melamina.	aplica/no aplica	Permite optimizar los recursos e insumos para la fabricación de muebles de escritorio en melamina.	Reporte mensual de capacitación no realizada sobre las 5s.
Implementación de un sistema pull.	aplica/no aplica	Permite obtener los inventarios en proceso.	Reporte mensual de materiales no atendidos.
Implementación de un Mantenimiento Autónomo.	aplica/no aplica	Permite obtener maquinas en correcto funcionamiento.	Reporte mensual del mantenimiento autonomo realizado.
Optimización de procesos.	aplica/no aplica	Permite reducir los costos de fabricación.	Reporte mensual de los costos de fabricación.

Elaboración: Propia.

## **Anexo 5: Procedimiento MLA**

### **PROCEDIMIENTO MLA (METODO DE LIMPIEZA DE ALMACÉN)**

Materiales para realizar la limpieza:

- Escoba.
- Recogedor.
- Mascarilla.
- Trapos industriales.
- Desinfectante.
- Guantes.
- Detergente.
- Manguera.
- Baldes para enjuagar.
- Trapeador.
- Espátula.

#### **Procedimiento para limpieza de piso en general:**

1. Se inicia la tarea barriendo, utilizando una escoba. Se comienza desde el extremo más alejado de la puerta hacia el centro.

Nota: No olvidarse de colocarse la mascarilla antes de comenzar a barrer.

2. Se recogen los residuos utilizando el recogedor, para depositarlo en el tacho de residuos.

3. Se colocará 2 tachos uno para los residuos y otro tacho para los materiales que ya son inservibles.

4. Si hay residuos adheridos retirarlos con espátula, cuidando de no marcar o rayar el piso.

5. Comenzar el lavado del piso de afuera hacia dentro, utilizar los baldes de agua con detergente para mojar y escurrir el trapeador, dar unas dos pasadas hasta que el piso quede totalmente limpio sin machas o algunas impurezas que quede impregnada. Para limpiar los restos de agua con detergente que queda en el piso, se utilizara los baldes con agua, se moja y se escurre el trapeador para pasar por el piso hasta que quede totalmente seco.

El último paso es utilizar desinfectante, para lo cual el trapeador se moja con el desinfectante para luego aplicarlo sobre todo el piso, y después dejar secar al ambiente.

NOTA: no olvidarse de colocarse los guantes de goma para el lavado del piso y la desinfección.

#### **Procedimiento para limpieza de andamios de metal de insumos:**

1. Se inicia utilizando un trapo industrial, se comienza limpiando de la parte más alta hacia la parte más baja, se dobla en dos partes el trapo y se comienza a limpiar hasta que el trapo quede totalmente sucio, se utiliza un segundo trapo para limpiar algunos excedentes de suciedad que haya quedado y de la forma que quede totalmente limpio.

NOTA: en esta limpieza se incluye las cajas que contienen los insumos colocados en los andamios de metal.

No olvidarse de colocarse la mascarilla.

#### **Procedimiento para limpieza de la melamina y el triplay:**

1. Se inicia pasando un trapo industrial humedecido solo con agua por la cara superior de la melamina hasta que quede totalmente limpio, y después pasar un trapo seco.
2. Para la limpieza del triplay se realiza los mismos pasos que la limpieza de la melamina.

NOTA: no olvidarse de colocarse la mascarilla.

## **Anexo 6: Procedimiento MLC**

### **PROCEDIMIENTO MLC (METODO DE LIMPIEZA DEL ÁREA DE CORTE)**

Materiales para realizar la limpieza:

- Escoba.
- Recogedor.
- Mascarilla.
- Trapos industriales.
- Desinfectante.
- Guantes.
- Detergente.
- Manguera.
- Baldes para enjuagar.
- Espátula.
- Trapeador.

Procedimiento para limpieza del piso:

1. Se inicia la tarea barriendo, utilizando una escoba. Se comienza desde el extremo más alejado de la puerta hacia el centro.  
Nota: No olvidarse de colocarse la mascarilla antes de comenzar a barrer.
2. Se recogen los residuos utilizando el recogedor, para depositarlo en el tacho de residuos.
3. Se colocará 2 tachos uno para los residuos y otro tacho para los materiales que ya son inservibles.
4. Si hay residuos adheridos retirarlos con espátula, cuidando de no marcar o rayar el piso.

5. Comenzar el lavado del piso de afuera hacia dentro, utilizar los baldes de agua con detergente para mojar y escurrir el trapeador, dar unas dos pasadas hasta que el piso quede totalmente limpio sin machas o algunas impurezas que quede impregnada. Para limpiar los restos de agua con detergente que queda en el piso, se utilizara los baldes con agua, se moja y se escurre el trapeador para pasar por el piso hasta que quede totalmente seco.

El último paso es utilizar desinfectante, para lo cual el trapeador se moja con el desinfectante para luego aplicarlo sobre todo el piso, y después dejar secar al ambiente.

NOTA: no olvidarse de colocarse los guantes de goma para el lavado del piso y la desinfección.

## Anexo 7: Formato de Informe de Resultados FDA5S-02 de Implementación 5S

FORMATO DE INFORME DE RESULTADOS FDA5S-02 DE IMPLEMENTACIÓN 5S								
Área:	Calificación Final		Calificado por:					
Fecha:								
Descripción de Pasos			Calificación					
PASO 1: Clasificación			0	1	2	3	4	Total
1	Existencia innecesaria alrededor							
2	¿Existen objetos inútiles que puedan afectar el trabajo en su área?							
3	¿Existen materiales e insumos no utilizados?							
4	¿Es difícil encontrar los productos requeridos?							
TOTAL								
PASO 2: Organización								
5	¿Existe una señalización adecuada?							
6	¿Los espacios están claramente identificados?							
7	Se hace uso del control visual							
8	¿Existe un correcto registro de los materiales e insumos?							
TOTAL								
PASO 3: Limpieza								
9	¿Existe personal responsable de verificar la limpieza?							
10	¿Existe pisos libres de suciedad?							
11	¿Se realiza inspección de los materiales e insumos en el almacén?							
12	¿El trabajador limpia continuamente su puesto de trabajo?							
TOTAL								
PASO 4: Estandarización								
13	¿Se han implementado ideas de mejora?							
14	¿Se usa procedimientos claros, escritos?							
15	¿Existe un plan de mejoramiento a futuro?							
16	¿Se genera regularmente notas de mejoramiento?							
TOTAL								
PASO 5: Disciplina								
17	¿Usted tiene conocimientos acerca de la metodología 5S?							
18	¿A llegado tarde en los últimos meses?							
19	¿Se siente motivado en su área de trabajo?							
20	¿Los materiales e insumos son almacenados correctamente?							
TOTAL								
PUNTAJE OBTENIDO								
Donde: 0 Representa muy malo 1 Representa malo 2 Representa promedio 3 Representa bueno 4 Representa muy bueno								