



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
de Ciudad Hidalgo

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

“AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN MAQUILA DE ROPERO TOCUMBO DEL
ASERRADERO EL CORTIJO”

EMPRESA:
ASERRADERO EL CORTIJO

DIRECTOR DE TESIS:
MAF. YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ

COMITÉ TUTORIAL:
MID. JOSÉ CARLOS PÉREZ MORA
DR. ZINTHIA MORENO RUÍZ

PRESENTA:
JANETH PATIÑO ANTONIO

CIUDAD HIDALGO, MICHOACÁN A 27 DE NOVIEMBRE DEL 2025



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CIUDAD HIDALGO



ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Ciudad Hidalgo siendo las 8:10 horas del día 27 del mes de noviembre del 2025 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Consejo de Posgrado de

Administración
Industrial

para examinar la tesis titulada:

AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN MAQUILA DE ROPERO TOCUMBO DEL ASERRADERO EL CORTO

Presentada por el alumno:

Patino

Antonio

Janeth

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre(s)

Con registro:

P	2	2	0	3	0	4	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Administración Industrial

Después de Intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis

MAF. YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ

MDL JOSÉ CARLOS PÉREZ MORA

DEP. ZINTHIA MORENO RUIZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

MAF. YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En ciudad Hidalgo, Michoacán el día 02 del mes de Diciembre del año 2025, el (la) que suscribe Janeth Palino Antonio

Alumno(a) del programa de Maestría en Administración Industrial con número de control P22030416, manifiesta que es autor(a) intelectual del

trabajo de tesis bajo la dirección del Yasmin Elizabeth Reyes Martínez y cede los derechos del trabajo

intitulado "Aumento de Productividad en Maquila de Reparo Torumbes del Ascadero" El Cortijo al TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráfico o de datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede obtenerse escribiendo a la siguiente dirección: maestria ai@cdhidalgo.tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá expresar su agradecimiento correspondiente y citar la fuente.


Janeth Palino Antonio
Nombre y firma

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
1.2. Formulación del problema	10
1.2.1 Interrogante general:	10
1.3. OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2. Objetivos específicos	11
1.4. JUSTIFICACIÓN	12
1.5. VIABILIDAD	12
1.6. HIPÓTESIS	12
CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes	13
2.2. Estado del arte	14
2.3. Marco teórico	16
2.4. Marco conceptual	33
3.1. Naturaleza de la investigación	37
3.2. Tipos de investigación	37
3.4. Población y muestra	81
3.5. Matriz de congruencia	82
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
4.1. Análisis cuantitativo	83
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formula de Productividad	18
Figura 2. Modelo Sumanth	19
Figura 3. Modelo Estratégico de Herramientas Lean	21
Figura 4. Diseño de Mapa de Valor (VSM)	28
Figura 5. Definición de las 5's	29
Figura 6. VSM Situación Actual del Aserradero el Cortijo	40
Figura 7. VSM Futuro del Aserradero El Cortijo.....	43
Figura 8. Capacitación a los trabajadores de la metodología 5's	45
Figura 9. Evaluación primer "s" Organización	46
Figura 10. Evaluación segunda "s" Orden	47
Figura 11. Evaluación tercer "s" Limpieza	48
Figura 12. Evaluación cuarta "S" Estandarización	49
Figura 13. Evaluación quinta "s" Disciplina.....	50
Figura 14. Tarjeta roja para la selección de herramientas y materiales necesarios	52
Figura 15. VSM Después de la implementación de 5's y Poka-Yokes	67
Figura 16. VSM Después de la implementación de la metodología 5's	84
Figura 17. VSM Obtenido después de la implementación de los Poka-Yokes.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Simbología para el Mapa Flujo de Valor (VSM)	26
Tabla 2.Ciclo de Productividad Sumanth.....	37
Tabla 3.Los Siete Desperdicios	38
Tabla 4.Cálculo inicial de la Productividad	41
Tabla 5.Indicadores a medir.....	44
Tabla 6.Nivel de cumplimiento de la metodología 5's.....	51
Tabla 7.Desarrollo de la implementación de la metodología 5's.....	51
Tabla 8.Remove maquinaria innecesaria.....	53
Tabla 9.Colocar herramientas necesarias para ejercer actividades y evitar pérdidas de tiempo.....	54
Tabla 10.Estado actual antes de la implementación 5's.....	55
Tabla 11.Implementación tercer "s" limpieza	56
Tabla 12.Definición de colores para la delimitación de áreas.....	57
Tabla 13.Delimitación de subáreas del área de maquila.....	58
Tabla 14.Ayuda visual para el cumplimiento de la metodología 5's	60
Tabla 15.Áreas de colocación de Poka-Yokes.....	62
Tabla 16.Implementación del primer Poka-Yoke.....	64
Tabla 17.Implementación del segundo Poka-Yoke	65
Tabla 18.Formato para la toma de tiempos de los Poka-Yokes.....	66
Tabla 19.Descripción del proceso actual para la estandarización del proceso ..	68
Tabla 20.Diagrama de actividades en la elaboración de maquila del Ropero Tocumbo	69
Tabla 21.Identificación de mejoras en el Proceso de maquila de Ropero Tocumbo	71
Tabla 22.Diseño del nuevo proceso de elaboración de maquila de Ropero Tocumbo	73
Tabla 23.Tabla General Electric para establecer el número de muestras a realizar	74
Tabla 24.Toma de tiempos en la elaboración de Maquila Ropero Tocumbo	76
Tabla 25.Sistema Westinghouse habilidad y esfuerzo.....	77
Tabla 26.Determinación de tiempos estándar en maquila de Roperos Tocumbos	80
Tabla 27.Matriz de Congruencia	82
Tabla 28.Resultados obtenidos de la metodología 5's.....	83
Tabla 29.Cálculo de la Productividad con la implementación de la metodología 5's	85
Tabla 30.Toma de tiempos durante la ejecución de los Poka-Yokes.....	87
Tabla 31.Cálculo de la Productividad con la implementación de Poka-Yokes....	90
Tabla 32. Cálculo de la Productividad después de la estandarización del proceso.....	93

RESUMEN

La presente investigación surge de la necesidad identificada en el Aserradero El Cortijo, enfocada en incrementar la productividad en maquila de roperos Tocumbos mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. Este enfoque busca eliminar actividades que no agregan valor y optimizar los recursos disponibles dentro del proceso productivo (Womack j. , 2003)

Para el desarrollo de esta investigación primeramente se comienza con un diagnóstico para conocer las deficiencias que existen en el proceso de la elaboración de la maquila por lo cual se desarrolla el diagnóstico VSM (Value Stream Mapping), el cual permite visualizar el flujo de materiales e información a lo largo del proceso (Rother M. &, 2003). Posteriormente, se efectuó un análisis de los siete desperdicios propuesto por Ohno (1988), con el fin de identificar las áreas de oportunidad y establecer las estrategias de mejora más adecuadas para aumentar la productividad.

A partir de los resultados del diagnóstico VSM y el análisis de los siete desperdicios, se determinó la implementación de la metodología de la mejora continua mediante las herramientas como 5's, Poka-Yokes y la Estandarización de proceso para el aumento de la productividad en la elaboración de maquila del ropero Tocumbo, se hace mención que estas herramientas favorecen a la organización, mediante la prevención de errores y a uniformidad de las operaciones (Imai.M., 1997). El diagnostico obtenido mediante el VSM y los siete desperdicios se encontró que existe baja productividad del 1.11% en maquila de ropero Tocumbo por lo que se tiene un tiempo inicial de 1560 minutos al producir 27 maquilas, se percibe desorden dentro del área, no existen pasillos despejados para el flujo continuo del proceso, existen algunas maquinarias que no son utilizadas para el desempeño de las actividades, provocando así pérdidas de tiempo para el desarrollo de las mismas, por tanto estos factores provocan una baja productividad en la maquila e insatisfacción por parte de los clientes (Slack, 2022).

Finalmente, con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing se logró aumentar la productividad un 0.06%, puesto que al inicio se contaba con una productividad inicial del 1.11% de productividad en el proceso y terminando con un 1.17% de productividad en la elaboración de Roperos Tocumbos. En base al resultado obtenido se observa que las herramientas Lean Manufacturing permite a las

organizaciones a mejorar los procesos productivos y a estar en la mejora continua de sus procesos (Deming, 1986)

INTRODUCCIÓN

Todas las empresas desean mejorar sus procesos productivos y con esto a su vez aumentar la productividad en sus áreas, es por ello que el Aserradero el Cortijo ha considerado aumentar la productividad en la elaboración de maquila de Roperos Tocumbos, por lo que se busca diagnosticar y analizar dicho proceso por medio del diagnóstico VSM y el análisis de los siete desperdicios para resolver la baja productividad que existe en el área de maquila.

Mediante el diagnóstico VSM y el análisis de los siete desperdicios definirán las herramientas Lean Manufacturing a implementar, por lo que se tiene la metodología 5's, Poka-Yokes y la estandarización del proceso considerando que con estas herramientas permitirán mejorar la productividad en la elaboración de maquila.

La metodología 5's se implementará para mejorar las condiciones del trabajo, disminuir tiempos inactivos del proceso en cuanto a la búsqueda de materiales para ejercer su trabajo, tener pasillos despejados y lo más importante mantener el orden y limpieza en el área de maquila para lograr aumentar la productividad.

Por otra parte, los Poka-Yokes se implementarán en dos subáreas del área de maquila los cuales consisten en prevenir posibles errores y en disminuir los tiempos de colocación de la madera tiriada en base a sus medidas y un Poka-Yoke más será utilizado para visualizar el diseño de modelo del ropero, comprender la cantidad de cortes a realizar y por último saber la media a la que se tiene que recortar.

Posteriormente se implementará la estandarización del proceso productivo en el cual se busca tener el tiempo estándar de cada una de las actividades ejercidas durante el proceso de la elaboración de maquila del Roperero Tocumbo, por otro lado para estandarizar el proceso se hará uso de la tabla de General Electric para conocer la toma de ciclos por cada actividad, se utilizará el Sistema Westinghouse para determinar la calificación de la habilidad y el esfuerzo de los; por último el tiempo estándar por cada actividad ejercida.

Finalmente, esta investigación mostrará la importancia que tienen la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en las organizaciones, de modo que se puede mejorar los procesos productivos o bien pueden indicar cuál es la causa raíz de problema que se encuentra en la organización.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el área de maquila del aserradero “El Cortijo” se encontró que existe baja productividad del 1.11% en maquila de ropero Tocumbo por lo que se tiene un tiempo inicial de 1560 minutos al producir 27 maquilas por otra parte se percibe desorden dentro del área, no existen pasillos despejados para el flujo continuo del proceso, existen algunas maquinarias que no son utilizadas para el desempeño de las actividades, provocando así pérdidas de tiempo para el desarrollo de las mismas, por tanto estos factores provocan una baja productividad en la maquila e insatisfacción por parte de los clientes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Interrogante general: ¿Cómo aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo?

1.2.2. Interrogantes específicas:

- 1.- ¿Cuál es la condición inicial del Aserradero El Cortijo?
- 2.- ¿Cuáles herramientas permitirán aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo?
- 3.- ¿Las herramientas implementadas aumentaron la productividad?
- 4.- ¿Cuál fue el aumento de la productividad en base a la implementación de cada herramienta?

Variables: Productividad, tiempo ciclo.

Variable dependiente: productividad.

Variable independiente: Tiempo ciclo.

Enlace: Relación que tiene la productividad con las herramientas Lean

Población: Aserradero El Cortijo

Delimitación Espacio-Temporal: El cortijo, Cd. Hidalgo Michoacán 2023 -2024

- Cuál es el aumento de la productividad que tuvo la aplicación de las herramientas Lean en el Aserradero el Cortijo en 2023-2024.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Aumentar la productividad en la elaboración de maquila del Ropero Tocumbo del Aserradero El Cortijo con la implementación de herramientas Lean

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del Aserrado El Cortijo mediante el uso de herramientas Lean
- Definir herramientas que permitan el aumento de productividad en maquila de ropero Tocumbo del Aserradero el Cortijo
- Implementar herramientas y estrategias para el aumento de la productividad
- Evaluar las herramientas Lean que permitan conocer el aumento de la productividad

1.4. JUSTIFICACIÓN

El aserradero El Cortijo cuenta con un problema en el proceso de maquila, el cual es la baja productividad en la elaboración de la misma, por lo que cabe mencionar que el proceso de elaboración de maquila para muebles se realiza con tablas y se realiza con tiras (aprovechamiento de madera que queda del trozo), por lo que el interés de mejorar la productividad es en el proceso de tablas.

Por otra parte, al analizar el proceso de producción del área de maquila los hallazgos encontrados fueron el tiempo de espera entre las maquinarias, movimientos que no agregan valor para el proceso de maquila, por lo que todas estas actividades provocan una baja productividad, exceso de tiempo muerto, bajo rendimiento y por su puesto clientes insatisfechos, lo cual le genera a la empresa pérdida económica.

Por consiguiente, el desarrollo de esta investigación dará a conocer el tiempo que conlleva el producir ciertas cantidades de maquila, por lo tanto, la empresa y el cliente se verán beneficiados al momento de definir el tiempo en el que será entregado su pedido y por ende el cliente será satisfecho. Al darle solución a la baja productividad que se encuentra en el área de maquila la organización tendrá un mejor desempeño de sus trabajadores, disminuirá el riesgo laboral, el proceso será más eficiente, tendrá una mejor calidad en la producción de ropero Tocumbo y la organización será más competitiva lo que indica que continuamente la organización será beneficiada económicamente.

1.5. VIABILIDAD

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con la información y el tiempo necesario para su desglose, así como con la autorización del dueño del taller Aserradero.

1.6. HIPÓTESIS

Con la implementación de herramientas Lean se logrará aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo del Aserradero El Cortijo

Variables independientes:

Tiempo Ciclo

Variable dependiente:

Productividad

CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

De acuerdo a estudios e investigaciones previos se dice que las problemáticas principales encontradas en los Aserraderos son: riesgos laborales, impacto ambiental, ineficiencia y la gestión de residuos, lo cual se traduce a una serie de problemas que hacen que los Aserraderos carezcan de una organización adecuada para sus procesos, provocando una baja productividad en la capacidad de sus procesos, por lo que existen diversas áreas de oportunidad para su mejoramiento y en las cuales se puede trabajar en la innovación tecnológica para mejorar la eficiencia en los procesos, por medio de la inversión de nueva maquinaria para la reducción de riesgos y el optimizar el uso de la madera, por lo que también se necesita de la capacitación de los trabajadores por su seguridad en el uso de la maquinaria para evitar posibles riesgos laborales, por consiguiente otra área de oportunidad es aprovechar al máximo los residuos en cuestión de ganancias en la venta de los mismos y finalmente obtener certificaciones forestales sostenibles que permitan acceder a nuevos mercados.

Se dice que el estado de Michoacán es la entidad con mayor número de unidades económicas en el sector de Aserradero y Conservación de la madera por lo que ay un aproximado de 462 unidades económicas en el sector (Economico, 2019).

En cuanto al municipio de Ciudad Hidalgo su principal vocación productiva está ligada en la industria de la madera, es decir en la fabricación de muebles y madera Aserrada.

Finalmente, los Aserraderos es un pilar fundamental para la economía local y regional ya que se basa en la transformación de la madera, generación de empleos y el impacto en otras industrias como insumos en la construcción, elaboración de muebles y la ebanistería a manera que fomenta otras actividades económicas.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa anti flama de Lima-Perú

En el servicio de búsqueda de (Google Académico) se encontró un artículo que tuvo como finalidad mejorar el proceso productivo de confección de tiempos estándar, basándose en un modelo de gestión y en las herramientas Lean Manufacturing, en la empresa textil de ropa anti flama.

En el artículo se analiza que el objetivo de esta investigación es aumentar la productividad de la empresa por lo que anteriormente se analizó una serie de problemas dentro de la organización, para ello decidieron realizar un plan de mejora basándose en la metodología DIMAC ya que se encargada de la mejora incremental de los procesos, se aplicó la metodología 5's la cual permite que el proceso sea continuo de mejora en el trabajo, hubo una realización de instructivos para el aprendizaje y el desarrollo de las actividades, así como un estudio de tiempos y la creación de un plan de mantenimiento total.

Como resultado se obtuvo un incremento del 20% de la productividad hora-hombre; el modelo fue sometido a un juicio de expertos por lo que se obtuvo un valor de validación de V de Aiken del 100%, por lo que el modelo resulto ser eficaz en la mejora de la productividad en la empresa de confección. (Jorge, 2022)

2.2.2. Aplicación del lean manufacturing (5's y kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera

En google académico se encontró una tesis la cual se desarrolló en una empresa manufacturera, en la que se encontraba el problema de baja productividad en el área de producción de adhesivos acuosos, de los cuales sus productividades eran inferiores a 5 Kg/h-h, el cual es el valor esperado.

En el estudio desarrollado se indicó que era necesario la aplicación de algunas metodologías de Lean Manufacturing, de las cuales se consideró la aplicación de la metodología Kaizen y las 5's.

Para la implementación de dichas metodologías, primeramente, se comenzó con un diagnóstico del estado actual, posteriormente se realizó un diseño, se implementó y por último se realizó una evaluación de resultados.

Al término de la implementación de la metodología Lean Manufacturing, fueron evaluados los resultados de la productividad y en la cual se logró tener un valor promedio de 5.58 Kg/h-h; por otra parte, se mencionaba que un año atrás antes de la aplicación de Lean Manufacturing, se contaba con un valor promedio de productividad de 4.73 Kg/h-h. (Jw, 2021)

2.2.3. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5's, Andón y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica

Este estudio se centra en el análisis de las causas de la baja productividad en el área de producción de una empresa metal mecánica específica.

Por lo que se considera implementar herramientas Lean Manufacturing (5's, Andón, Tiempos Estándar) para conseguir un aumento de productividad en dicha empresa. La implementación de estas herramientas comenzó con un diagnóstico preliminar mediante el mapeo de flujo de valor (VSM). Identificando las causas que originan el problema, la aplicación de estas herramientas y la evaluación de los resultados se realizó en un lapso de tiempo de abril a septiembre del 2022.

Como resultado final se obtuvo un aumento de productividad promedio de 0.26 tn/soles a 0.33 tn/soles, es decir, incremento la productividad en la empresa. (Bravo Fernandez, 2023)

2.3. Marco teórico

2.3.1. Productividad

2.3.1.1.-Definición de Productividad

(SUMANTH, 1990), argumenta que la productividad es aquella relación que existe entre la cantidad producida y los insumos utilizados en un proceso de producción.

2.3.1.2.- Tipos de Productividad

(SUMANTH, 1990), argumenta que existen diversas maneras de formular la productividad y es por ello que se muestran a continuación:

2.3.1.3.- Productividad parcial

La productividad parcial establece CARRO (2015), que es aquella que considera todo lo producido por un sistema (salida) con aquellos recursos utilizados (entradas o insumos), por lo que el establece la siguiente formula:

$$\text{Productividad Parcial} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Una Entradas}} \quad (1)$$

2.3.1.4.- Productividad Total

Para el cálculo de la Productividad Parcial SUMANTH (1990) hace mención que solo es utilizado la medida total de los bienes o servicios producidos entre una parte o proporción de la mano de obra empleada.

Por otra parte, establece que la Productividad Total involucra a todos los recursos (Entradas) que son utilizados por un sistema por lo que su cálculo es el cociente entre las salidas y el conjunto de entradas. (SUMANTH, 1990)

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Entrada Total}} \quad (2)$$

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Bienes y Servicios Producidos}}{\text{Mano de Obra} + \text{Capital} + \text{Materias Primas} + \text{Otros}} \quad (3)$$

2.3.1.5.- Características de la productividad

Pulido (2010), establece que la productividad puede caracterizar algunos factores tales como la eficiencia, eficacia, calidad y la innovación.

Por lo que describe que la eficiencia permite medir el tiempo, los recursos, el esfuerzo y el dinero logrando producir al máximo con menos desperdicio a manera de optimizar los recursos (Prokopenko, 1989).

Por consiguiente, especifica que la eficacia permite medir la capacidad de los objetivos propuestos, es decir se basa en el logro de metas y en la calidad de lo obtenido. (Pulido, 2010),

Por otra parte, la calidad es esencial para la productividad ya que esta permite el mejoramiento de los resultados y la entrega a tiempo, de esta manera los clientes quedan más satisfechos y las organizaciones trabajan en el mejoramiento continuo de sus procesos. Finalmente, la innovación permite mejorar la calidad de los productos o servicios, así como hacerlos más eficientes, para que esto suceda se basa en la toma de nuevas ideas para mejorar la eficiencia y la eficacia. (Pulido, 2010),

2.3.1.6.- Cómo se calcula la productividad

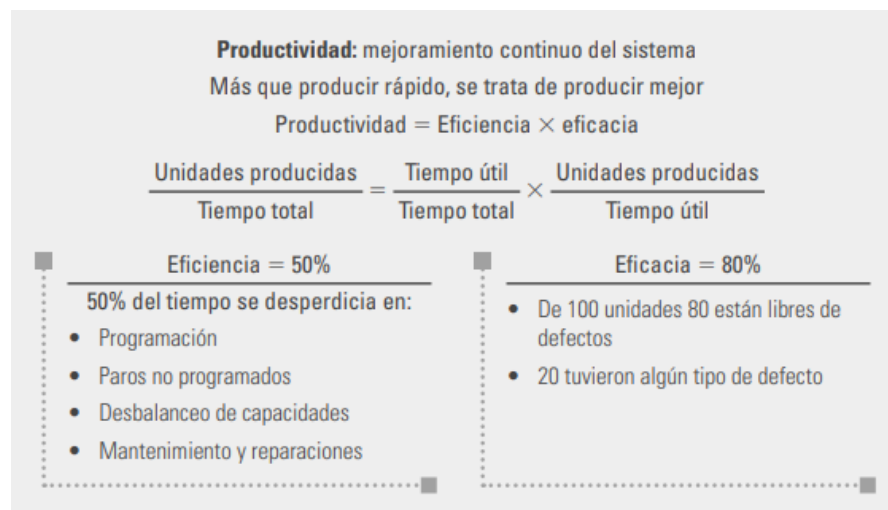
Pulido (2010), indica que la productividad ***“se mide por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados”*** “es decir que los resultados alcanzados durante el proceso, se puede medir en unidades producidas, piezas vendidas o utilidades, por lo que los recursos empleados se pueden obtener por el número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. Por consiguiente, la medición de la productividad nace de valorar ***“los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados”***.”

Pulido (2010), argumenta que la productividad se ve por medio de dos componentes: eficiencia y eficacia. Por lo que la eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es hacer lo planeado.

Por otra parte, Pulido (2010) presenta la siguiente **Figura 1:**

Figura 1.

Formula de Productividad



Nota. La fórmula de Productividad permite comprender aquellos factores que influyen para obtener el cálculo en las organizaciones. Tomado de (Pulido, 2010)

Pulido (2010), muestra los componentes de la productividad en la figura anterior y en la cual coloca el ejemplo de la eficiencia y eficacia de tal manera que se miden los recursos empleados por medio de tiempo total y los recursos mediante la cantidad de los productos generados.

En la figura anterior, se percibe que el incremento de la productividad se basa en el mejoramiento de la eficiencia a manera de reducir los tiempos desperdiciados, falta de materiales, reparaciones, ordenes de compras, entre otros. (Pulido, 2010), dice que **“más que producir más rápido es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos”**.

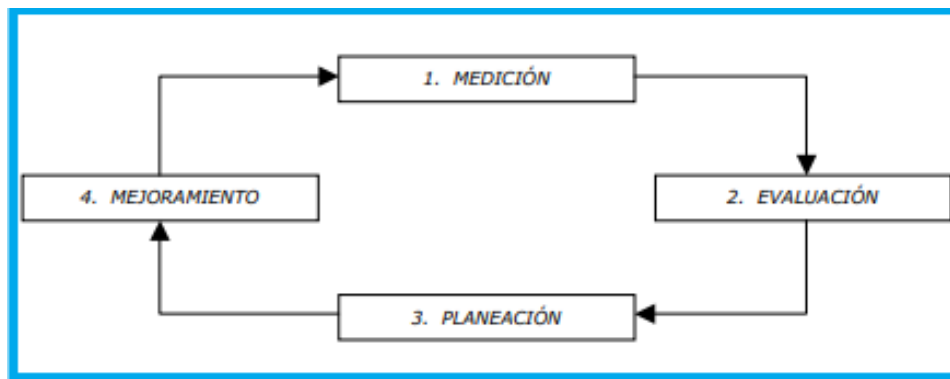
Pulido (2010), aborda que está la mejora de la eficacia, la que se encarga de optimizar la productividad del equipo, materiales y los procesos, por ende, la capacitación del personal para el alcance de los objetivos establecidos esto mediante la disminución de productos con defecto, fallas, deficiencias, diseños o equipo. La eficacia busca aumentar y mejorar las habilidades de los trabajadores mediante programas que le otorguen mejorar su desempeño en el trabajo

2.3.2.- Modelo de Sumanth

(SUMANTH, 1990), estipula su modelo para el mejoramiento de la productividad en las organizaciones en el cual se consideran los resultados y los insumos para la medición de la productividad, a continuación, en la **Figura 2** se muestra su modelo:

Figura 2.

Modelo Sumanth



Nota. Ciclo del modelo de Sumanth, para el mejoramiento de la productividad en las organizaciones. Tomado de (Bobadolla, 2001)

Este ciclo o modelo se compone por cuatro pasos que permiten determinar el estado actual de la productividad en las organizaciones, también consiste en realizar estrategias de mejora para la productividad. En seguida se desarrollan las fases que componen el modelo de Sumanth:

2.3.2.1.- Medición

En esta fase menciona Sumanth (1990), que se basa en medir las entradas y las salidas, esto por medio del diseño y desarrollo de un método cuantitativo que permite comprender el valor de producción y de los insumos utilizados.

2.3.2.2.- Evaluación

Sumanth (1990), argumenta que esta segunda fase consiste en la medición y planeación de continuos cambios de la productividad durante periodos establecidos y en el que se deben de formular las expresiones de la productividad para la comparación de cambios durante los periodos establecidos.

2.3.2.3.- Planeación

Como menciona Sumath (1990), esta fase se encarga de planificar el futuro de los objetivos y metas a alcanzar, de manera cuantificable y que permita conocer o

analizar el desarrollo o acciones que se deben de lograr para alcanzar las metas u objetivos estipulados.

2.3.2.4.- Mejoramiento

La fase el mejoramiento se encarga de mejorar la eficiencia, eficacia y desempeño del trabajador mediante acciones o estrategias desarrolladas por las organizaciones mismas que se desarrollan en la fase de la planeación buscando explicar la interrelación que existe entre los factores duros y blandos. (SUMANTH, 1990)

2.3.3.- Lean Manufacturing

2.3.3.1.- Definición de Lean Manufacturing

Según Socconini (2019), Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) tiene el nombre de Sistema justo a tiempo (just in time), o también conocida como sistema de producción Toyota. Se denomina como aquel proceso continuo que se encarga de identificar o eliminar aquellos desperdicios o excesos de aquellas actividades que no agregan valor en un proceso, pero si generan costos y trabajo.

En palabras de Socconini (2019), Lean Manufacturing se encarga de crear empresas más efectivas, eficientes e innovadoras, esto con la finalidad de mantenerse competitivas en el mercado, aunado a esto establece que se deben de descubrir continuamente oportunidades de mejora dentro de las organizaciones, por lo que en las empresas siempre existen desperdicios por lo cual se deben de comprometer a encontrar y eliminar todo aquello que no agrega valor.

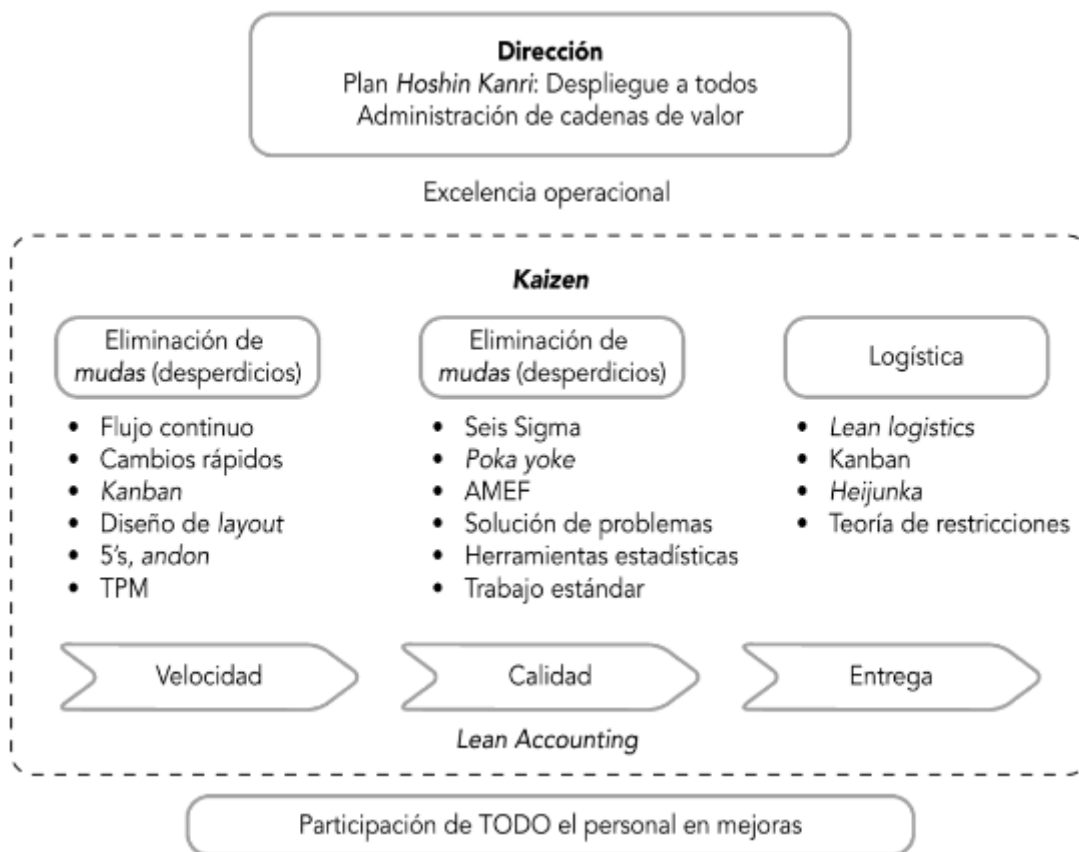
Socconini (2019), destaca lo mencionado por ***“Hisoshi Okuda, CEO y Director de Toyota Motors “Quiero que todos en Toyota cambien, o al menos no sean un obstáculo para que los demás cambien. También quiero que todos escriban sus planes de cambio para el año””***.

En base a lo anterior argumenta que las organizaciones Lean deben ser esbeltas, ágiles y con fácil capacidad de adaptación conforme a los cambios, con ayuda de herramientas de mejora que permitan tener un auto crecimiento, solución de problemas y cumplimiento de hábitos y culturas en las organizaciones (Liker, 2004).

Por otra parte, se muestra el modelo estratégico en la **Figura 3**, de aquellas herramientas que pueden ayudar para tener una empresa Lean (Cota, 2008):

Figura 3.

Modelo Estratégico de Herramientas Lean



Nota. Enfoque estratégico Lean para las Organizaciones (Garcia, 2023)

En base a la **Figura 3**, (SOCCONINI, 2019), señala que por medio de este modelo se puede tener un flujo continuo de producción, mismo que permite encontrar **“desperdicios costosos, esperas o errores de planificación de producción, transportes, producciones grandes por lotes, descomposturas en las maquinas”**, así mismo señala que los desperdicios dejan huella para encontrarlos tales son como: **“el tiempo, largos tiempos de respuesta”**, los cuales se deben de analizar para tener un sistema de flujo continuo.

2.3.3.2.- Los 5 principios de Lean

Los principios Lean se basa en la mejora continua y el respeto por las personas, ya que se conoce que la manufactura esbelta se basa en reducir los desperdicios de producción, por lo que los cinco principios hacen énfasis en especificar el valor,

identificar flujo de valor, flujo, atracción y perfección de manera que estos principios permitan el mejoramiento en la eficiencia, reducen costos y ayudan a aumentar la calidad de los productos (Womack J. P., 1996).

Según Jones Daniel T (1996), argumenta que el primer principio llamado valor es muy difícil de definir ya que se basa en considerar el punto de vista de los clientes en base al consumo de los productos, bienes o servicios que adquiere y conocer si satisfacen sus necesidades, por último, menciona que se deben de analizar y conocer las partes interesadas para de ahí definir el valor de los productos, bienes o servicios.

Por otra parte, para comprender el flujo de valor de acuerdo con Jones Daniel T (1996) señala que se debe de realizar un diagrama visual que permita comprender en su totalidad el flujo de valor de un producto, bien o servicio, el cual deberá de gestionar información útil desde la materia prima hasta que el consumidor obtenga el producto terminado, describe que este diagrama permite dar soluciones a problemas y realizar acciones específicas.

Posteriormente para crear el flujo recomienda Jones Daniel T (1996) en re trabajar en el plan de proyectos para la eliminación de desperdicios a manera que fluyan las etapas de valor, para que esto se pueda realizar se deben de agrupar las actividades de manera que se lleven a cabo y sean más eficientes en las áreas o departamentos de trabajo al momento de procesar un bien o servicio.

Por consiguiente, Jones Daniel T (1996) plantea que el cuarto principio sistema pull o atracción se basa en buscar la optimización de los procesos de producción, es decir el conocer la demanda real de los clientes para así mismo producir lo productos, sin embargo el sistema de producción permite reducir el desperdicio de los recursos, se adapta a la demanda, se produce la cantidad que se necesita y por ultimo permite aumentar la productividad, la eficiencia y la entrega justo a tiempo (Just in Time).

Finalmente, el quinto y último pensamiento Lean se basa en obtener la perfección a través de la eliminación de desperdicios y la optimización de procesos, según (Jones, 1996) este pensamiento busca nuevas formas de adaptabilidad mediante el cambio del mercado, en realizar soluciones innovadoras y en repetir el proceso de especificar nuevamente el valor, flujo de valor, el flujo, el sistema pull o atracción y la perfección.

Jones Daniel T (1996) describe que el pensamiento Lean mejora la productividad, aumenta la eficiencia, mejora el servicio al cliente, permite reducir el esfuerzo, la inversión y el tiempo en las organizaciones, este pensamiento utiliza herramientas que ayuden a encontrar acciones de mejora en las áreas de las empresas y que permitan tener un **“proceso más ágil, flexible y efectivo”**.

2.3.4.- Siete Desperdicios 7

2.3.4.1.-Definición de los 7 desperdicios

Plantea Socconini (2019), que los siete desperdicios son aquellos que no agregan valor en un proceso, y que afectan negativamente a la productividad por lo que todos aquellos encontrados en un proceso deben de ser minimizados o eliminados, estos desperdicios o mudas ocasionen que las empresas reduzcan su capacidad de producir.

2.3.4.2.- Que es un desperdicio y cuantos hay

Un desperdicio es aquel esfuerzo realizado en las organizaciones y que no sea esencial para agregar valor a un producto y servicio, estos esfuerzos resultan negativamente para las organizaciones ya que estos aumentan los costos y disminuyen el nivel de servicio. (SOCCONINI, 2019).

Socconini (2019), postula que existen 7 desperdicios o mudas tales son:

1.- Muda de sobreproducción: establece que es aquella que produce más de lo que se necesita o se desea elaborando productos antes de ser necesitados, por lo que esta causa ciertos factores como inventario acumulado, mano de obra innecesaria, producción anticipada, flujo desbalanceado, entre otros.

2.- Muda sobre inventario: hace referencia al nivel de materiales que exceden la demanda de los clientes, es decir el almacenamiento de productos que no satisfacen la necesidad de los clientes. Por lo que causan cuellos de botella, toma de malas decisiones, procesos inadecuados para satisfacer las necesidades, requerimientos y especificaciones de los clientes, entre otros.

3.- Muda defectos: hace énfasis a la pérdida de todos los recursos utilizados para producir un bien o servicio defectuoso, el que se dispuso de tiempo, maquinaria, materiales, tiempo-máquina para el desarrollo del mismo y que finalmente no agrego valor al cliente, pero que también pueden ser retrabajados para corregir el defecto,

ocasionando pérdida económica, tiempo y tal vez más uso de materiales generando más gastos de los recursos de la empresa. Según America (2021) esta muda ocasiona que los procesos sean ineficientes, no tiene un control en el proceso, generan altos niveles de inventario, entre otros.

4.- Muda Transporte: este desperdicio es aquel esfuerzo de trasladar materiales o productos en las instalaciones de la organización pero que no están en el sistema de producción, es decir que es un movimiento innecesario de mover componentes de un lugar a otro. El transporte genera pérdida de tiempo y dinero para las organizaciones (Ariza G., 2025).

5.- Muda Procesos Innecesarios: es aquel movimiento físico que no agrega valor al producto o servicio, como desempacar la materia prima antes de iniciar el proceso, la inspección de un artículo antes de enviarse a otra estación, este desperdicio implica o causa una mala comprensión de los procesos, procedimiento y políticas inadecuadas, o bien no se cuenta con el desarrollo del flujo del proceso ni con la descripción del proceso productivo (Carreras, 2021).

6.- Muda Espera: esta muda se basa en el tiempo que se pierde durante el proceso de un bien o servicio ya sea porque el operador espere a que la maquinaria termine su trabajo o viceversa o bien porque ambos se encuentran en espera de materiales para continuar con el proceso. Este desperdicio se genera por una mala programación de producción, la maquinaria no es la adecuada o la falta de capacitación a los trabajadores (George M. , 2010).

7.- Muda Movimientos Innecesarios del Trabajador: este desperdicio se centra en el análisis de los movimientos de los trabajadores ya que regularmente se trasladan de un lugar a otro sin que sea necesario y no aporta valor al producto, estos movimientos consumen tiempo y provocan una baja productividad en los procesos (Gómez, 2014).

2.3.4.3.- Para qué sirven los 7 desperdicios

De acuerdo con lo que establece Socconini (2019), los 7 deben de ser analizados en las organizaciones y posteriormente ser eliminadas todas aquellas actividades de desperdicio y que no agregan valor a los servicios, productos y procesos de producción. Así pues, la reducción de estos desperdicios permite que las

organizaciones tengan una mayor eficiencia y productividad garantizando una mejor calidad en los servicios o productos permitiendo que las entregas sean más rápidas y disminuyendo el costo (Sanchez, 2024).

2.3.5.-Value Stream Mapping (VSM)

2.3.5.1.-Definición de VSM

Socconini (2019) postula que el mapa de valor o bien por sus siglas en inglés Value Stream Mapping (VSM), se utiliza para comprender de manera detallada los procesos de las organizaciones, así como su cadena de suministro. Este mapeo permite analizar el flujo del proceso para la identificación de actividades que no agregan valor al mismo, analiza el estado actual de las organizaciones encontrando puntos de mejora.

El mapa de valor de la situación actual consiente en comprender aquellos excesos que existen en la cadena de valor, el mapa permite visualizar la eficiencia, capacidad y disponibilidad que existe en el proceso de producción, con ello permite recolectar información desde el principio del proceso hasta su término. Según Socconini (2019), esta información se basa en la demanda del cliente, como es procesada la información del cliente y proveedores para suministrarla al proceso.

Mientras tanto, Socconini (2019) estipula que el mapa de valor futuro ayuda a generar un plan de acción que permita mejorar la situación de la organización con base a la implementación de Herramientas Lean para mejorar la situación a corto plazo e incorporar las mejoras en el sistema productivo.

(Rother & Shook, 2010), menciona que es una herramienta de la metodología Lean Manufacturing que identifica y elimina actividades que no añaden valor al proceso a manera que permite mejorar la eficiencia, la calidad y reducir tiempos de entrega en las organizaciones.

2.3.5.2.- Para qué sirve el VSM

(Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010), Value Stream Mapping sirve para identificar y conocer los desperdicios como tiempos de espera, movimientos innecesarios, defectos, inventario, transportes que se generan durante los procesos de producción, según Socconini (2019) este mapa sirve para formar un gráfico que

permita entender la cadena de suministro, detectar áreas de oportunidad y analizar cuellos de botella

2.3.5.3.- Creación del VSM

Para la realización del Value Stream Mapping (VSM), Socconini (2019) describe que son importantes algunas mediciones tales como: el tiempo de ciclo individual y total, el tiempo Takt.

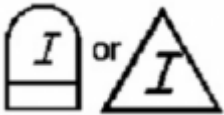
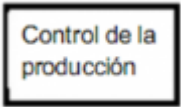
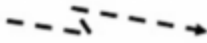
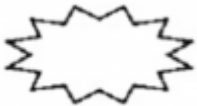
Establece que el tiempo de ciclo individual es medir cuanto tardan en realizar las diversas actividades que conforman el proceso de producción esto va desde agarrar el material, ensamblar, mover piezas o agarrar herramientas. Mientras que Paciarott,(2011) menciona que el tiempo ciclo total es tiempo total que tardan en realizarse todas las operaciones que conforman un proceso, es decir desde la llegada de la materia prima hasta que se entrega el producto terminado o bien se calcula sumando el tiempo ciclo individual de las operaciones del proceso. Por tanto, el tiempo Takt es aquel mide la velocidad de la compra por parte de los clientes, por lo que el sistema de producción se debe de adaptar a este tiempo que lograr satisfacer a los clientes (Lovelie, 2001).

(López Cuevas, 2013) Comenta que para la realización del Value Stream Mapping (VSM), se necesita primeramente analizar y comprender la simbología que se utiliza para su posterior desarrollo, así como el análisis del flujo del proceso que se tiene en las diversas organizaciones. Por consiguiente, se muestra en la **Tabla 1**, la simbología para el desarrollo del mapa de valor:

Tabla 1.

Simbología para el Mapa Flujo de Valor (VSM)

SIMBOLOGÍA PARA EL MAPA DE FLUJO DE VALOR (VSM)			
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Cliente / Proveedor		Transporte

	Cajas de Proceso		Flecha de flujo
	Inventario		Operador
	Caja de Información		Línea de Valor
	Control de la Producción		Flujo de información
	Relámpago Kaizen (Mejoramiento Continuo)		Flecha de traslado de proveedor a planta

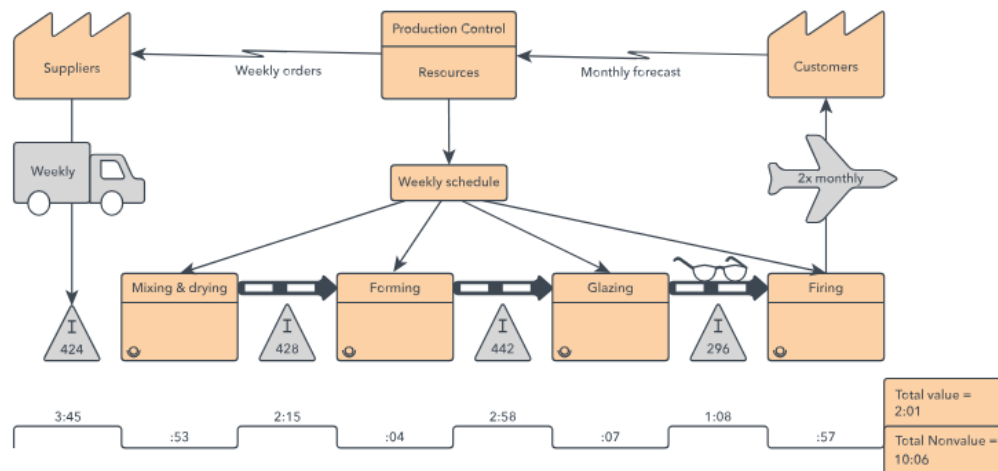
Nota. Simbología utilizada para el mapeo de procesos VSM (Calva, 2012)

Anteriormente se mostró en la **Tabla 1**, la simbología que conlleva el mapa de valor, Socconini, (2019) argumenta que para la realización de un mapa de valor se debe de conocer el estado actual del proceso, se deberán de realizar mediciones desde el tiempo de llegada de la materia prima, el tiempo ciclo individual de las actividades, el tiempo total del proceso considerando tiempos que agregan valor y los que no agregan valor al proceso, operadores que se tienen en planta, inventario del proceso, y por ultimo conocer cuál es la cantidad de piezas o productos producidos y en qué tiempo son obtenidos, de esta forma se comprende si se cumple con la satisfacción del cliente.

A continuación, en la **Figura 4**, se ejemplifica el diseño de un mapa de valor como se debe de realizar, en base a los procesos de las organizaciones (Vendan, 2010):

Figura 4.

Diseño de Mapa de Valor (VSM)



Nota. Diseño de mapa de valor para las organizaciones (Beteta, 2006)

2.3.6.- Las herramientas Lean Manufacturing

(Goldratt, 1984) menciona las herramientas Lean Manufacturing, permiten mejorar o agilizar los procesos productivos en las organizaciones, eliminando todo aquello que no agrega valor de modo que permita realizar las operaciones más eficientes, permite cumplir con las necesidades del cliente, logrando su satisfacción, Lean Manufacturing consiente en reducir costos, mejorar la calidad en los bienes y servicios, finalmente se basa en trabajar en la mejora continua.

2.3.6.1.- Metodología 5's

2.3.6.1.1.- Definición metodología 5's

(Aldavert, 2017) Comenta que la metodología 5's es aquella que permite organizar las áreas de trabajo con el objetivo de mantener las áreas funcionales, limpias ordenadas agradables y seguras. Esta metodología fue desarrollada en Japón con la finalidad de que si se quiere calidad se debe tener orden, limpieza y disciplina en los lugares de trabajo.

Esta metodología atiende los problemas en los lugares de trabajo, oficinas, incluso en la vida diaria en donde los desperdicios (mudas), son continuamente frecuentes los cuales generan desorden en las herramientas de trabajo, equipos, documentos, etc. Estos materiales pueden encontrarse en lugares incorrectos o bien pueden ser cosas innecesarias (Réquillard, 2019).

La metodología 5's permite visualizar aquellas dificultades que existen dentro de un área de trabajo tales como el tiempo perdido para encontrar o localizar una herramienta, tropiezos dentro del área de trabajo, la cantidad de cosas que se encuentran en el lugar de trabajo y no deberían de estar ahí, separar las cosas útiles de las inútiles. En base a lo que menciona (Pulido, 2010), ***“bajo estas condiciones la productividad del trabajo disminuye y los procesos se vuelven más lentos”***.

(Pulido, 2010), define cada una de las eses como se muestra en la **Figura 5**:

Figura 5.

Definición de las 5's

- **Seiri** (seleccionar). Seleccionar lo necesario y eliminar del espacio de trabajo lo que no sea útil.
- **Seiton** (ordenar). Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa. Organizar el espacio de trabajo.
- **Seiso** (limpiar). Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas.
- **Seiketsu** (estandarizar). Cómo mantener y controlar las tres primeras S. Prevenir la aparición de desorden.
- **Shitsuke** (autodisciplinarse). Convertir las 4 S en una forma natural de actuar.

Nota. Definición de las 5's para la ejecución de la metodología (Pulido, 2010)

2.3.6.1.2. Seiri (Seleccionar)

Para la implementación de seiri se necesita que los trabajadores seleccionen aquellas cosas necesarias de las innecesarias a manera que permita despejar el área de trabajo, para la aplicación de esta ese se necesita de la colocación de tarjetas rojas que permitan clasificar los elementos no deseados en el lugar de trabajo y que estas mismas permitan conocer si los elementos sirven el área de trabajo, se mueven de lugar o se eliminan, se debe de especificar la acción correspondiente por último de dar un tiempo de 48 horas a los usuarios para mover o desechar los elementos (Hirano, 1997).

2.3.6.1.3.- Seiton (Ordenar)

Según Pulido (2010), la aplicación de la segunda ese se ordena y se organiza **“un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”**, a manera de disminuir el desperdicio en el movimiento de empleados y materiales, en esta ese se debe de conservar la implementación de la primer ese a manera de que cada cosa tenga una ubicación clara para cuando se necesite se localice y se regrese al lugar correspondiente. Por otra parte, para clasificar las cosas en su lugar adecuado se pueden etiquetar los lugares y herramientas para visualizar a qué lugar pertenece, los materiales más utilizados colocarlos más cerca o a la mano, lo pesado colocarlo abajo y lo liviano arriba, finalmente esta ese contribuye al orden, a la utilización del tiempo y a la buena distribución de espacios lo que implica menores desperdicios.

2.3.6.1.4.- Seiso (Limpiar)

Pulido (2010), menciona que esta ese debe de prevenir la suciedad y mejorar las condiciones físicas y ambientales del lugar de trabajo a manera de que estos sean más seguros para los trabajadores. Además, señala que no solo se trata de limpiar y sacudir, sino que analizar las causas de por qué las cosas y los procesos no se realizan a cómo debería de ser (limpiar, ordenar, defectos, procesos, desviaciones), esto de modo que permita analizar las causas raíz de los problemas y tener una pronta solución y evitar que se repitan.

Finalmente, redacta que para encontrar la causa raíz del problema se deben llevar a cabo la implementación de herramientas tales como el diagrama de Ishikawa o el grafico de Pareto para definir y decidir qué acciones se deben de realizar. Comprende que la implementación de esta ese no solo es para visualizar limpio y que se vea agradable si no que permite la identificación de posibles fallas con facilidad.

2.3.6.1.5.- Seiketsu (Estandarizar)

Igualmente, Pulido (2010), argumenta que para la implementación de la cuarta ese se debe de mantener el lugar de trabajo en un estado limpio y organizado con la implementación de las tres esos primeras con la aplicación continua de las mismas. Para el desarrollo de esta ese se debe de colocar fotografías del lugar de trabajo en sus condiciones óptimas para que permitan a los trabajadores visualizarlas y así recordarles cual es el estado en el que debe de permanecer el sitio de trabajo, inclusive se deben desarrollar normas que especifiquen a cada uno de los empleados sus

responsabilidades dentro del área de trabajo y de esta manera convencer a los empleados de la importancia de esta metodología.

2.3.6.1.7.- Shitsuke (Disciplina)

Tal como señala, Pulido (2010), la quinta y última ese, es evitar que se rompan las normas y los procedimientos establecidos durante el desarrollo de la implementación de esta metodología a manera de que se logra por medio de la autodisciplina de los empleados de ser posible este cumplimiento se puede disfrutar de los beneficios y mejora continua que esta metodología brinda. Por último, sostiene que esta metodología implica tener un ***“control periódico, visitas sorpresas al lugar de trabajo, autocontrol de los trabajadores, respeto por sí mismos y por los demás, así como una mejor calidad de vida laboral”***.

2.3.6.2.- Poka-yoke

El poka- yoke fue creado en el año de 1960 por el japonés Shigeo Shingo, desarrollo esta técnica para disminuir los defectos que se generaban por los errores humanos, argumenta que con esta herramienta lograría tener cero defectos y generaría calidad desde el inicio de las operaciones dado que durante el proceso se detectarían los errores antes de que se crearan los defectos Shingo, (1986). Por otra parte, asegura que para conocer la calidad de los productos deseados por el cliente se deben de utilizar métodos estadísticos con un nivel de confianza, para comprender si se cumplen con las especificaciones establecidas por los clientes.

2.3.6.2.1.- Definición de poka-yoke

El sistema poka-yoke establece que se deben de realizar inspecciones durante las operaciones de un proceso para realizar inspecciones inmediatas en la llegada de algún defecto por lo que se establece que ***“Un Poka- Yoke es aquel método que permite evitar errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos”***. (SOCCONINI, 2019)

2.3.6.2.2.- Niveles Poka-Yoke

Los niveles poka-yoke permiten la identificación de los errores humanos durante los procesos, por lo que existen tres niveles (Mecalux, 2020):

Nivel 1: este nivel identifica el defecto ocurrido, pero sin embargo no permite que llegue a la estación siguiente.

Nivel 2: es identificado el error al momento, evitando que surja el defecto.

Nivel 3: evita que surjan errores antes de que sucedan para impedir la generación de defectos.

2.3.6.2.3.- Tipos de Poka-Yokes

Socconini (2019) establece que existen cuatro tipos de Poka-Yokes, los cuales se clasifican en:

- **Poka-yokes físicos:** asegura la prevención de errores en procesos o productos, identifica las inconsistencias físicas.
- **Poka-yokes secuenciales:** la secuencia es importante, y cualquier cambio puede resultar en errores, por tanto, se restringe la secuencia a manera que logre seguir con un orden predeterminado.
- **Poka-yokes de agrupamiento:** estos poka.yokes permiten agrupar los elementos por piezas o materiales de modo que estén todos listos antes de iniciar la operación sin que falte nada.
- **Poka-yokes de información:** permite a los trabajadores entender y comprender la información clara y precisa para evitar errores.

De acuerdo con Socconini (2019), estos poka-yokes permiten analizar y comprender como deben de ser utilizados o cual es ideal para cada organización de acuerdo a su necesidad.

2.3.6.3.- Estandarización

Argumenta Socconini (2019), que la estandarización o bien el trabajo estándar no es más que los métodos de trabajo sean eficientes y logren mejorar la calidad reduciendo sus costos, por lo que se basa en la excelencia operacional. Por otra parte, establece que para medir el trabajo estándar se debe de medir el trabajo de los operadores, por lo que existen tres elementos que componen el trabajo estándar como lo es la rapidez de la demanda (Tiempo Takt), secuencia estándar de las operaciones y por último el inventario estándar en el proceso.

(Cuatrecasas Arbós, 2017) La estandarización se implementa para que los operadores evalúen el desempeño, el proceso sea mejor administrado de modo que permita conocer las mejoras, si el proceso es más eficiente, si mejoro la productividad

y por último, permite conocer el tiempo ciclo de las operaciones en cuanto al tiempo Takt.

2.3.6.3.1.- Procedimiento para implementar la estandarización

SOCCONINI (2019), establece que para la implementación de la estandarización en las organizaciones se deberá:

- I. Seleccionar el proceso u operación de un proceso en las organizaciones.
- II. En una hoja se deberá de capturar las mediciones de tiempos de las operaciones.
- III. Conocer la capacidad de operación en cada parte del proceso, y para ello se considera el tiempo estándar manual o bien el tiempo del cambio en una secuencia operacional, estableciendo el dato en unidades de tiempo por pieza de esta manera permite comprender el ritmo del tiempo Takt y ayuda a sostener el mapa de valor.
- IV. Diseñar la secuencia de las operaciones estandarizadas.
- V. Dibujar el proceso del trabajo estándar
- VI. Finalmente, se describen las instrucciones de operación.

Anteriormente se mostraron los pasos a seguir para la implementación de un trabajo estándar, esta consiente en promover la mejora continua, mejorar la eficiencia y reducir la variabilidad de las operaciones (Chon, 2019).

2.4. Marco conceptual

2.4.1.- Productividad

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Pulido, 2010)

2.4.2.- Metodología 5's

Las 5's implican la realización de esfuerzos relativamente simples a aplicar tanto en el área física de trabajo como en persona y en la empresa misma. Las 5's deben ser parte del trabajo de todos y mantener el lugar limpio y ordenado. (Contreras, 2009)

Seiri - Clasificación: distinguir lo innecesario de lo necesario para trabajar productivamente. (Contreras, 2009)

Seiton - Organizar: consiste en ordenar los diversos artículos que se poseen, de modo que estén disponibles para su uso en cualquier momento. (Contreras, 2009)

Seiso - Limpieza: significa quitar la suciedad de todo lo que conforme la estación de trabajo. (Contreras, 2009)

Shitsuke - Disciplina: es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen a una comunidad, empresa o a nuestra propia vida. Orden y control personal. (Contreras, 2009)

Seiketsu - Estandarización: regularizar, normalizar o figurar especificaciones sobre algo, a través de normas, procesamientos o reglamentos. (Contreras, 2009)

2.4.3.- Estandarización

La estandarización contemple todos los aspectos de la filosofía lean, los estándares son descripciones escritas y graficas que ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y proveen los conocimientos precisos sobre personas, maquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objetivo de hacer productos de calidad. La estandarización en el entorno de fabricación es un estándar que se creó para la mejora continua. (Juan Carlos Hernandez, 2013)

2.4.3.- Poka-Yoke

El poka-yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten los antes posible. (Jaramillo, 2016)

2.4.5.- 7 desperdicios

Los siete desperdicios es todo aquellos que no agrega valor y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar. Dentro de los cuales los desperdicios, se tiene una clasificación de siete diferentes tipos. (Contreras, 2009)

Sobreproducción: producir artículos para los que no existen ordenes de producción; esto es producir producto antes de que el consumidor lo requiera, lo cual provoca que

las partes sean almacenadas y se incremente el inventario, así como el costo de mantenerlo. (Contreras, 2009)

Espera: los operadores esperan observando las maquinas trabajar o esperan por herramienta, partes, etcétera. Es aceptable que la maquina espere al operador, pero es inaceptable que el operador espere a la maquina o a la materia prima. (Contreras, 2009)

Trasporte innecesario: el movimiento innecesario de algunas partes durante la producción es un desperdicio. Esto puede causar daños al producto o a la parte, lo cual crea un retrabajo. (Contreras, 2009)

Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto: no tener claros los requerimientos de los clientes que en la producción se hagan procesos innecesarios, los cuales agregan costos en lugar de valor al producto. (Contreras, 2009)

Inventarios: el exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costos por transportación, almacenamiento y retrasos. También el inventario oculta problemas tales como producción desnivelada, entregas retrasadas de los proveedores, defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de set-up. Al mismo tiempo se necesita personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario. (Contreras, 2009)

Movimientos innecesarios: cualquier movimiento innecesario hecho por el personal durante sus actividades, tales como mirar, buscar, acumular partes, herramientas, etcétera. Caminar también puede ser un desperdicio. (Contreras, 2009)

Productos defectuosos o retrabajos: producción de partes defectuosas. Reparaciones o retrabajo, scrap, reemplazos en la producción e inspección significa manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado. (Contreras, 2009)

2.4.6.- Mapeo de proceso (Value Stream Mapping): el mapa de valor contiene todas las acciones (tanto las que agregan y no agregan valor) requeridas para producir un producto: desde la materia prima, hasta llegar a las manos del cliente. el mapeo de

procesos o Value Stream Mapping se enfoca más al flujo de la producción. (Contreras, 2009)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Naturaleza de la investigación

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará el ciclo de productividad Sumanth basado en Medir, Evaluar, Planear y mejorar.

Tabla 2.

Ciclo de Productividad Sumanth

Ciclo de la productividad	Fases
Medir	Análisis del problema
	Indicadores de productividad
Evaluar	Evaluación de indicadores
Planear	Determinación de objetivo a alcanzar
Mejorar	Propuestas de mejora

Nota. Ciclo Sumanth con sus fases desarrolladas durante el desarrollo de esta investigación.
Elaboración propia

Este proyecto se desarrollará con la finalidad de aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo del “Aserradero El Cortijo”, por lo que la naturaleza de este proyecto tiene enfoque cuantitativo aplicado, debido a que se hará la aplicación de herramientas Lean que permitan conocer el estado actual de la empresa encontrando puntos de mejora para el aumento de la productividad, así como el tiempo que no agrega valor dentro del proceso de maquila, e indagar si aumento o no la productividad esto arrojando datos numéricos, también se analizarán indicadores que permitan conocer el avance de la aplicación de las herramientas a implementar por lo que en esta aplicación se obtendrá información cuantitativa la cual se basa en números para el análisis y comprobación de datos.

3.2. Tipos de investigación

Experimental: Esta investigación se desarrollará en la aplicación de las herramientas a implementar en el área de maquila para el aumento de la productividad en Roperro Tocumbo, en el cual se analizará el estado actual de la empresa y se establecerán las variables independientes y variable dependiente, de esta manera se

realizará el experimento de si se mejoró o no la productividad, tomando en cuenta que la variable dependiente es la productividad y esta se verá reflejada si aumento o no de acuerdo a las herramientas implementada

3.3. Técnicas y herramientas de investigación

Para la recolección y análisis de datos, se utilizarán las siguientes herramientas, para conocer el estado inicial de la empresa:

Siete desperdicios

Para conocer el estado inicial se realizará la matriz de los siete desperdicios en el Aserradero El Cortijo, enfocado en el área de maquila únicamente y de donde se pretende conocer los puntos de mejora en el proceso para lograr aumentar la productividad del mismo.

A continuación, se muestra en la **Tabla 3** los desperdicios detectados durante el proceso de la elaboración de maquila para ropero Tocumbo y en los cuales se han considerado la aplicación de algunas herramientas para lograr mejorar los desperdicios detectados

Tabla 3.

Análisis de los Siete Desperdicios en el Aserradero El Cortijo

No.	DESPERDICIO	HALLAZGO	IMPLICACIÓN	HERRAMIENTA A IMPLEMENTAR PARA SOLVENTAR LA IMPLICACIÓN
1	Tiempos de espera	Se han detectado tiempos de espera en las maquinarias, puesto que en las dos primeras máquinas existe mucho tiempo de espera para llevar a cabo el proceso en el resto de las maquinas no existe tanto espacio despejado para el proceso	Baja productividad para la empresa, bajo ingreso para la misma	Estandarización, metodología 5's
2	Movimientos	Dentro del proceso existen movimientos que no agregan valor para la producción, no existen pasillos despejados	Tiempo muerto, las cosas no se encuentran en lugar adecuado para realizar el proceso, pérdida económica	Metodología 5's

3	Sobre-procesamiento	Se detectó en el área de cortar existe reproceso en algunos cortes de la maquila para la elaboración de la misma	Pérdida de tiempo, pérdida económica	Poka- yoke
---	---------------------	--	--------------------------------------	------------

Nota: Análisis de los siete desperdicios realizado en el Aserradero el Cortijo. Elaboración Propia

Value Stream Mapping (VSM) Actual de la Empresa

El VSM (Value Stream Mapping), es aquel mapa de valor que permite conocer las todas las actividades que agregan y no agregan valor, el cual consiste desde el requerimiento de los materiales hasta que el producto final llegue a nuestros clientes (Barry, 1998).

El propósito del VSM es encontrar aquellos puntos donde se pueda mejorar el proceso y con ello permita aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo del Aserradero el Cortijo.

Para la implementación de esta herramienta en el área de maquila del “Aserradero El Cortijo”, primeramente, se analizó el proceso de producción de maquila para muebles, para posteriormente realizar el mapeo del estado actual del área, en que se consideran todas las áreas involucradas para la elaboración de maquilas, en el que también es considerado el cliente que es quien nos da la información de la cantidad de maquila que requiere. Por consiguiente, pasa a producción para que haga el requerimiento de materiales, considerando el tiempo que tarda el proveedor, en este caso se pide la cantidad de madera a la persona encargada del aserradero puesto que la misma empresa posee de la misma materia prima para la elaboración de maquilas.

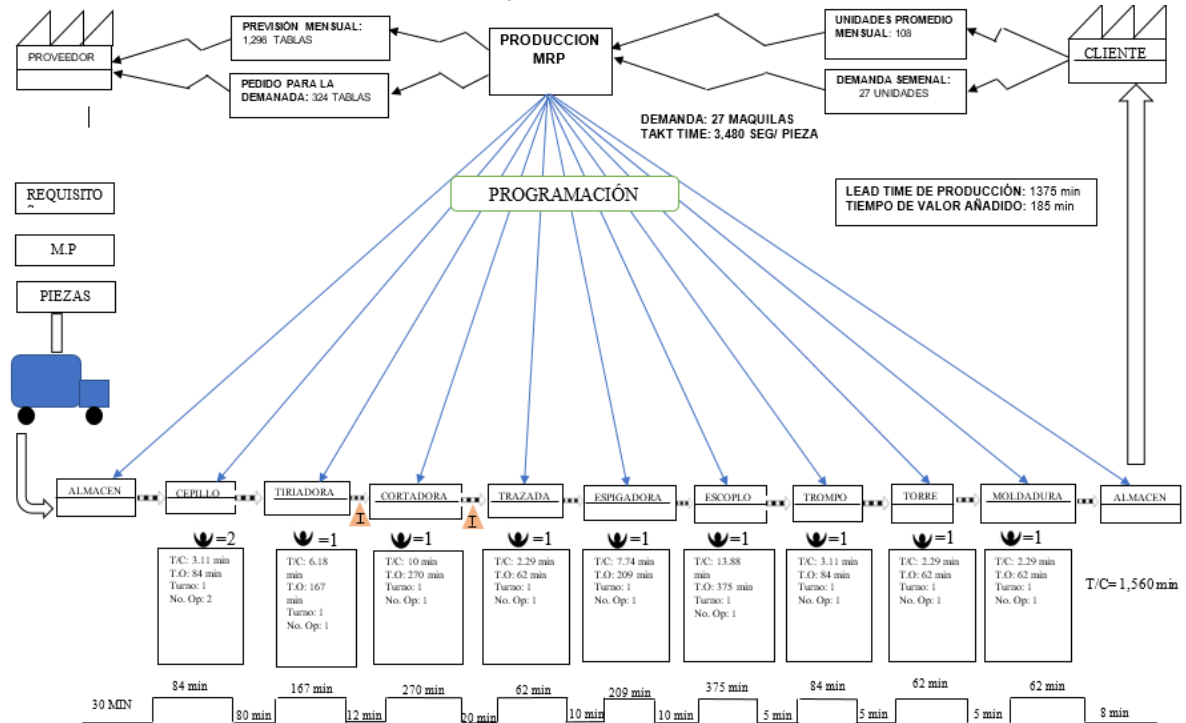
Este tiempo también tiene que ser considerado ya que es parte de la logística que lleva el proceso de producción. Una vez que se tiene la materia prima inicia el proceso pasando primeramente por el área de cepillado, llevándolo al área de tirar la madera, área de cortar, área trazar, área espigar, área de escoplo, área de trompo, torre, moldura y por último llevarlo al área de almacén de producto terminado.

Por lo que en cada una de las áreas se tuvo que realizar la toma de tiempo operacional, tiempo ciclo, tiempo que no agrega valor y de esta manea determinar donde se encuentran los puntos de mejora a atacar y como es que se trataría de mejorar la productividad en esta área.

A continuación, se muestra en la **Figura 6** el VSM del estado actual de la empresa en el cual se consideran 27 unidades promedio elaboradas por semana:

Figura 6.

VSM Situación Actual del Aserradero el Cortijo



Nota. VSM Realizado antes de la implementación de las herramientas Lean para conocer cómo se encontraba la productividad

En el VSM se consideró el tiempo de un lote de 27 maquilas, y el tiempo fue tomado a dos trabajadores quienes se encargan de la elaboración de la maquila del ropero Tocumbo.

En el VSM observado anteriormente se puede analizar que en el proceso de maquila del ropero Tocumbo tiene un tiempo ciclo es de 1,560 minutos de los cuales 1,375 minutos agregan valor al proceso y 185 minutos que no agregan valor.

Productividad actual de la empresa

La productividad de la empresa se basa en conocer cómo es que se encuentra actualmente y de ahí partir por mejorarla. Por lo que se muestra a continuación la fórmula para su cálculo:

Formula de productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o salidas}}{\text{Insumos o entradas}} \quad (4)$$

En donde, para el cálculo de la productividad se necesita conocer todos aquellos factores que están involucrados para la elaboración de maquila por lo que se consideran los siguientes datos, mostrados en la **Tabla 4**.

Tabla 4.

Cálculo inicial de la Productividad

Precio Madera Se necesitan 324 tablas de 4" para la elaboración de las 27 maquilas semanales. $PM = 324 * 2.063 \text{ ft} * \$18 = \$12,031$	Precio de venta por unidad Cantidad de pies de madera habilitada $PVPU = 23 \text{ ft maquila} * \$27 = \$621 \text{ por unidad}$
Salario trabajador Precio madera habilitada= \$90 Horas trabajadas= 26 hrs Unidades semanales= 27 unidades $ST = 27 \text{ Unidades} * \$90 \div 26 \text{ hrs} = \93 por hr	Componentes $CFE \text{ Mensual} = \$3,387 \div 8 \text{ semanas} = \423 Diesel= \$100 semanal $BANDAS = \$200 \div 6 \text{ Meses} \div 24 \text{ semanas} = \$1.38 \text{ pesos semanales}$ Grasa= \$ 100 semanales $Comp = \$423 + \$100 + \$1.38 + \$100 = \$624.38 \text{ semanales}$

Nota. Elementos base para el cálculo inicial de la productividad

Calculo productividad semanal.

Productos

Productos semanales= 27 Unidades

Precio de venta= \$ 621 por unidad

$$\text{Productos} = 27 \text{ Unidades} * \$621 = \$16,767$$

Insumos

Tiempo de producción= 26 hrs

Salario= \$93 por hora

Precio Madera= \$12,031

Componentes= \$624.38 semanales

$$\text{Insumos} = 26\text{hrs} * \$93 + 12,031 + 624.38 = 15,073.38 \quad (5)$$

Productividad

$$\text{Productividad} = \frac{16,767}{15,073.38} = 1.11\% \quad (6)$$

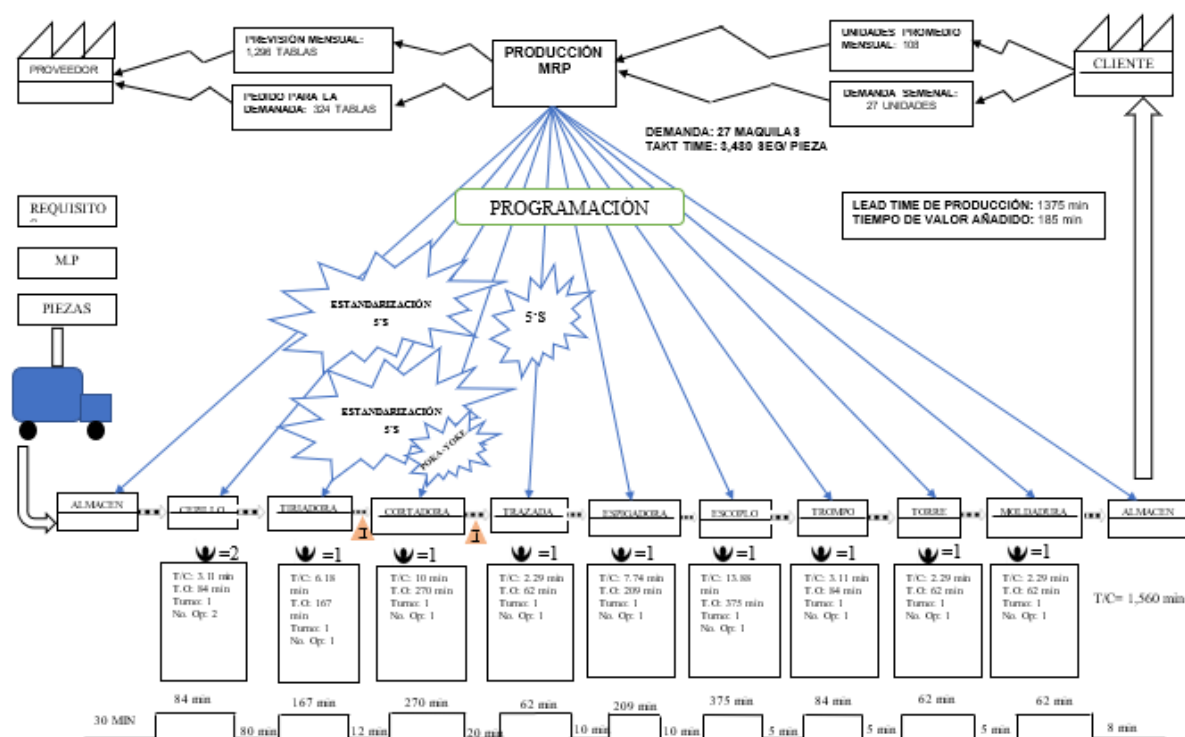
La productividad actual de la empresa se encuentra muy baja lo cual indica que la empresa recupera 1.11 veces lo invertido.

VSM futuro del Aserradero

En el VSM del estado actual del área de maquila del Aserradero El Cortijo, se realizó un VSM del estado futuro en donde se puede percibir en la **Figura 7** donde se encuentran los puntos de mejora a atacar.

Figura 7.

VSM Futuro del Aserradero El Cortijo



Nota. VSM Futuro del Aserradero el Cortijo con los puntos de mejora, en base a la implementación de las herramientas Lean (Elaboración propia con base en observación propia, 2025)

En el diagrama de la **Figura 7** se muestran las herramientas a implementar las cuales permitirán disminuir el tiempo de valor no añadido, aumentando así la productividad en la elaboración de maquila del ropero Tocumbo. Por otra parte, con la implementación de estas herramientas se considera mejorar la productividad y en base a ellos existen algunos indicadores que serán medidos con la implementación de cada herramienta, a continuación de muestra en la **Tabla 5** los indicadores a medir.

Tabla 5.

Indicadores a medir

Herramienta	Descripción	Indicador
Metodología 5's	Disminuir los tiempos de trabajo en el área de maquila del Aserradero	Auditoria mediante el diagrama de radial para conocer el nivel de cumplimiento que se tiene en el área
Poka – Yokes preventivos	Evitar posibles equivocaciones en el proceso así como solo se asignarán en el área de colocación de tiras y cortadora	$\text{Reducir tiempo inactivo} = \frac{\text{Tiempo inactivo}}{\text{No. paradas o preguntas}}$
Estandarización	Establecer estándares en las actividades desarrolladas por los trabajadores	$\text{Estandarizar} = \text{Reducir variabilidad en proceso}$

Nota. Indicadores a medir por cada herramienta Lean desarrollada en la investigación

Análisis de la Metodología 5's del Estado Actual

Para llevar a cabo la aplicación de la metodología 5's se comenzará por capacitar al personal del área de maquila, esto con la finalidad de que conozcan la metodología y a su vez vean la importancia que esta tiene para el mejoramiento del proceso de maquila del ropero Tocumbo.

Figura 8.

Capacitación a los trabajadores de la metodología 5's



Nota. Capacitación a los trabajadores del Aserradero el Cortijo en base a la metodología 5's

Posterior a la capacitación mostrada en la **Figura 8**, se realizará una auditoria de cómo se encuentra el nivel de cumplimiento de la metodología 5's en la cual se analizarán cada una de las "s", de tal manera que nos permita conocer cómo se encuentra el área de maquila y para ello se hará uso del diagrama de araña para conocer el nivel de cumplimiento.

Evaluación de la metodología 5's

Para iniciar con la evaluación de la metodología 5's, se tienen las siguientes preguntas mostradas en le **Figura 9** para la primer "s".

1.- Seiri (Organización)

Figura 9.

Evaluación primer "s" Organización

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área de maquila se encuentran organizados?	✓	
2	¿Se observa el proceso adecuado para la elaboración de maquila?		✓
3	En caso de observarse productos o materiales dañados en el proceso ¿Se han catalogado como útil o inútil? ¿Existe un plan de acción para adecuarlo?		✓
4	¿Existen productos u objetos obsoletos?	✓	
5	En caso de observarse productos u objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		✓
6	¿Se observan productos u objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	✓	
7	En caso de observarse productos u objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a su área de origen?		✓

Nota. Evaluación de la primer "s" Organización en el área de maquila del Aserradero

En la **Figura 9** que hace referencia a la primer "s", se observa que no se cuenta con un proceso adecuado para la elaboración de maquila, así como tampoco se han catalogado las maquinarias, productos o herramientas que se encuentran dentro del área si son útiles o inútiles, por otro lado, no existe un plan de acción para adecuar o transferir los productos u objetos a su lugar de origen por tanto la organización cuenta con un nivel de cumplimiento del 45%.

2.- Seiton (Ordenar)

Figura 10.

Evaluación segunda "s" Orden

Evaluación de Orden			
		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		✓
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	✓	
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		✓
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.		✓
5	¿Considera que los elementos a utilizar se encuentran en una cantidad ideal?		✓
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de origen?		✓
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		✓

Nota. Evaluación de la segunda "s" Orden que se encuentra en el área de maquila del Aserradero El Cortijo

En la evaluación del orden que se analiza en la **Figura 10**, se observa que no se encuentra establecido un lugar para cada cosa, no existe identificación visual y no existe señalización dentro del área de maquila por lo que se tiene un nivel de cumplimiento del 15%.

3.- Seiso (limpieza)

Figura 11.

Evaluación tercer "s" Limpieza

Evaluación de Limpieza			
		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe absolutamente limpia?		✓
2	¿Los trabajadores mantienen limpias sus áreas de trabajo, de acuerdo a las actividades asignadas a cada uno?		✓
3	¿Se han eliminado las fuentes de suciedad en la empresa?		✓
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los trabajadores en las áreas de trabajo?		✓
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?	✓	

Nota. En la evaluación de limpieza en el área de maquila del Aserradero

Por otra parte, en la evaluación de limpieza mostrada en la **Figura 11** en el área de maquila se percibe que no se encuentra limpia, los trabajadores no mantienen limpias las áreas de trabajo y no existe una rutina de limpieza constante para el área es por ello que se encuentra en un nivel de cumplimiento del 20%.

4.- Seketsu (Estandarizar)

Figura 12.

Evaluación cuarta "S" Estandarización

Evaluación de Estandarización			
		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		✓
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		✓
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		✓
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		✓
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		✓
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		✓

Nota. Evaluación de la estandarización antes de la implementación de la metodología en el área de maquila

En base a la **Figura 12**, se puede visualizar que no existe organización, orden y limpieza en el área de maquila, así como no existen plantillas de como conservar el orden dentro de la misma área por lo que se cuenta con un nivel de cumplimiento del 0%.

5.- Shitsuke (Disciplina)

Figura 13.

Evaluación quinta "s" Disciplina

Evaluación de Disciplina			
		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y logros alcanzados en la organización, orden y limpieza?		✓
2	¿Se percibe el desarrollo de la metodología 5s?		✓
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?		✓
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		✓

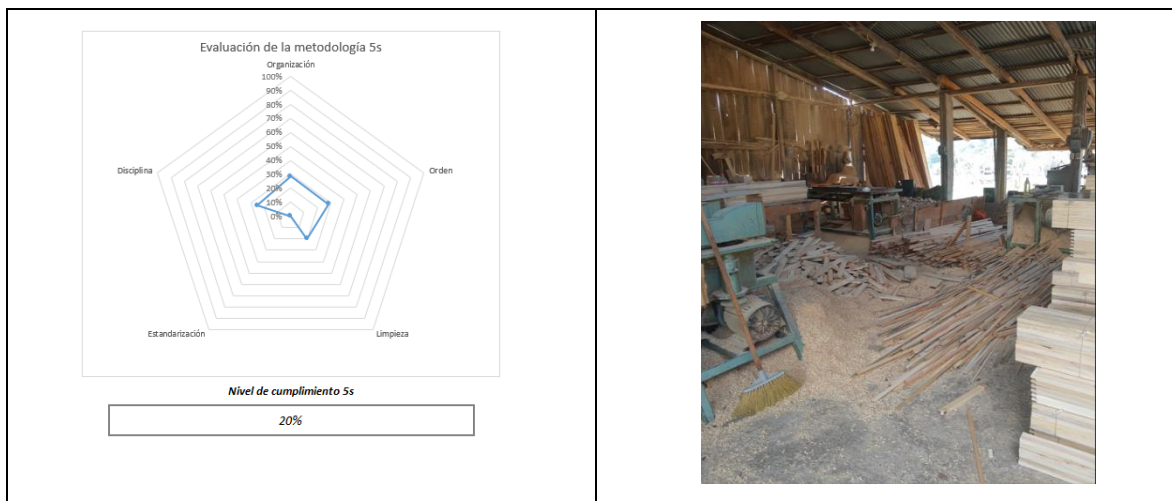
Nota. Evaluación de disciplina antes de la implementación de la metodología 4's

La disciplina en el Aserradero el Cortijo que se analiza en la **Figura 13**, no existe una cultura de respeto en base al orden y limpieza del área de maquila, no se percibe el desarrollo de la metodología 5's, en cuestión de shitsuke se encuentra con un nivel de cumplimiento del 10%.

Finalmente se muestra la evaluación total en la **Tabla 6** de la metodología 5's, por lo que se analiza que se encuentra un nivel de cumplimiento del 20% en el estado actual de la empresa.

Tabla 6.

Nivel de cumplimiento de la metodología 5's



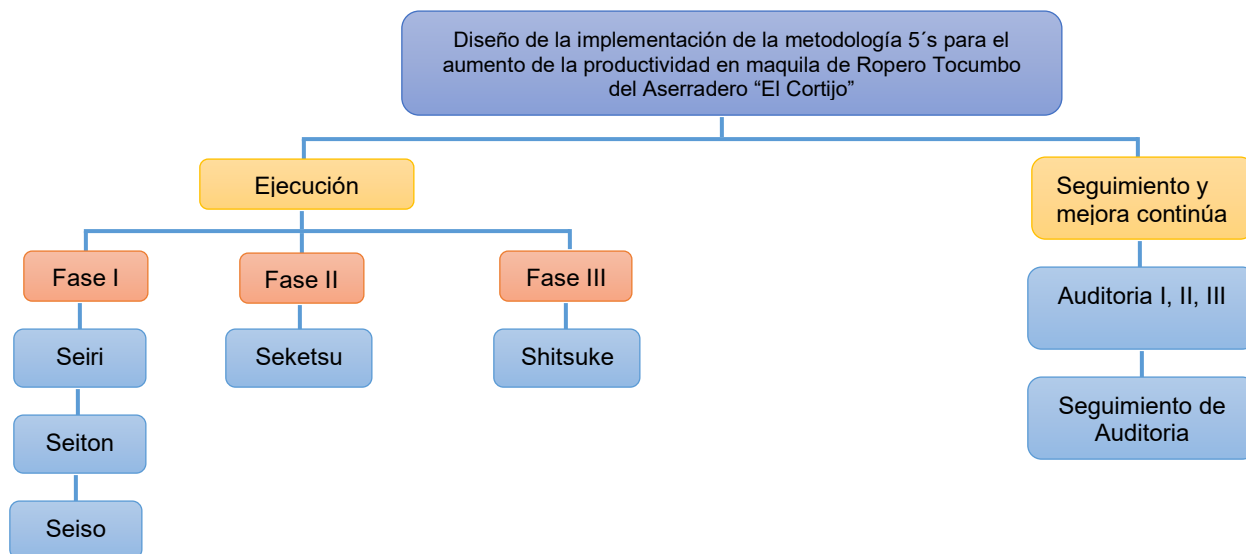
Nota. Nivel de cumplimiento inicial de la metodología 5's

En la **Tabla 6** se muestra una ilustración de como se encuentra el área de maquila del Aserradero el Cortijo y en el cual se analiza que no se cuenta con un orden y limpieza dentro del área, así como tampoco se cuenta con limitaciones de las areas y no se perciben pasillos despejados.

Desarrollo de la implementación de la metodología 5's

Tabla 7.

Desarrollo de la implementación de la metodología 5's



Nota. Esquema del desarrollo de la implementación de la metodología 5's. Elaboración propia

Para la implementación de la metodología 5's, se realizará de acuerdo al diagrama anterior **Tabla 7**, por lo cual se dividió en fases a implementar las 5's, por consiguiente, se recomienda darle mantenimiento a la implementación de la metodología, y para ello se llevará a cabo mediante las auditorías que se realizarán.

Ejecución de la implementación 5's

Fase I: Seleccionar, Organizar y Limpiar

Seleccionar

Para la aplicación de Seiri se comenzó con:

- Identificar las zonas de mejora dentro del área de maquila del “Aserradero El Cortijo”
- Eliminar materiales o herramientas que no tengan ninguna utilización dentro de las áreas de trabajo
- Colocar tarjetas rojas en materiales, herramientas o equipos de trabajo que no se utilicen en el área de trabajo para que sean removidos a otros lugares

Figura 14.

Tarjeta roja para la selección de herramientas y materiales necesarios

TARJETA ROJA 5'S			
No. Tarjeta:			
Nombre del objeto:			
CATEGORÍA			
	MÁQUINAS		EQUIPO DE TRABAJO
	HERRAMIENTAS		PRODUCTOS FUERA DE LUGAR
	ELEMENTOS MECANICOS		MATERIAL DE EMPAQUE
	INTRUMENTOS DE MEDICIÓN		OTROS
Otros especifique:			
INCIDENCIA			
	INNECESARIO		DESPERDIDIO
	DEFFECTUOSO		OTROS
Otros especifique:			
ACCIÓN CORRECTIVA			
	ELIMINAR		RETORNAR
	REUBICAR		REINICIAR
	REPARAR		OTROS
FECHA DE DECISIÓN:			
DESTINO FINAL:			
FECHA:			

Nota. La nota roja es utilizada para colocar en aquellos elementos que no son necesarios tener en el área de trabajo y tienen que ser removidos o desechados. Elaboración propia

La tarjeta que se muestra anteriormente en la **Figura 14**, fue utilizada para mover maquinas que estaban dentro del área de maquila, pero no ejercían ningún trabajo y solo ocupaban espacio haciendo que el área de maquila se redujera más.

A continuación, se muestra en la **Tabla 8**, una de las maquinas que fue removida del área de maquila:

Tabla 9.

Remover maquinaria innecesaria

Remover maquinaria a otro lugar	
Antes	Después
	

Nota. Remover máquina del área de maquila que no es utilizada para el desempeño de las actividades

Esta máquina fue llevada a un sitio donde se le dará el uso correcto y de esta manera permite tener más espacio en el área de maquila a manera que permita realizar las actividades del proceso de maquila más eficiente.

ORGANIZAR

Una vez que se seleccionó lo que realmente sirve de lo que no en el área de maquila, se comenzó con la segunda “s” organizar, la cual permite ordenar aquellas herramientas y productos necesarios para ejercer mejor el trabajo dentro del área de maquila por lo que se estableció un lugar específico para cada cosa, de tal manera

que se facilite la identificación, localización, disposición y regreso al lugar de origen, una vez que se dejen de utilizar, por lo que se establece lo siguiente:

- Identificar las cosas necesarias con la finalidad de reducir el tiempo de búsqueda de las herramientas (martillos, desarmadoras, flexómetros, diésel, crayones), posterior a ello colocar las cosas en el lugar ya establecido para cada uno de los productos.
- Establecer un lugar para cada cosa, es decir en cada máquina debe de estar lo necesario para ejercer más fácil la actividad y evitar buscar las herramientas y reducir el tiempo como se mencionó en el punto anterior
- Por último, se tiene que mantener lo implementado anteriormente

Tabla 10.

Colocación de herramientas en lugares de trabajo adecuados

Colocación de herramientas en maquinarias	
	
	

Nota. Colocar herramientas necesarias para ejercer actividades y evitar pérdidas de tiempo

Anteriormente se muestra en la **Tabla 9**, la colocación de herramientas en los lugares de trabajo adecuados para evitar pérdida de tiempo en el proceso de

elaboración de maquila del ropero Tocumbo, cabe mencionar que en algunas maquinarias tales como: cortadora, escoplo y la espigadora se les colocaron interruptores ya que para ejercer el trabajo en estas máquinas se prendían subiendo las pastillas de luz para poder trabajar y tenían que desplazarse de un lado a otro para poder trabajar, se consideró prudente la colocación de interruptores para disminuir tiempo en el proceso y el riesgo al trabajador y de esta manera agilizar el proceso.

LIMPIAR

Por consiguiente, dándole continuidad a la implementación de la metodología 5's, se comienza con la implementación de la tercer "s" mostrada en la **Tabla 10**, a manera de limpiar el área de maquila para lograr reducir el tiempo perdido durante el proceso de maquila, por lo que a continuación se muestran unas imágenes de cómo se encuentra el área de maquila actualmente:

Tabla 11.

Estado actual antes de la implementación 5's

Estado actual del área de maquila antes de la implementación de la tercer "s"	
	
	

Nota: Tabla de fotografías del estado actual del Aserradero el Cortijo

En la implementación de la tercer "s" que se muestra en la **Tabla 10**, se busca limpiar y despejar las áreas de tal manera que permita reducir el riesgo laboral, permita

que el proceso de producción de maquila sea eficiente para lograr aumentar la productividad de la misma, por lo que se lleva a cabo la limpieza dentro del área.

A continuación, se establece lo siguiente:

- Eliminar la suciedad y mejorar la limpieza
- Debe de existir colaboración y compromiso por parte de los involucrados en el área de maquila
- Reducir el riesgo laboral
- Mantener limpia el área de maquila

Tabla 12.

Implementación tercer "s" limpieza

Imágenes de la implementación de la tercer ese "Limpieza"	
	
	

Nota: Fotografías de la implementación de la metodología 5's del Aserradero. Elaboración Propia

En la **Tabla 11**, se muestra como ha quedado el área de maquila con la implementación de la primera fase de las tres primeras eses, donde ya se encuentra

implementada la selección, la organización y la limpieza en el área de maquila y en la que continuamente hay que estarlo realizando para mantener el área despejado y reducir los tiempos de producción de maquila para Roperos Tocumbos y evitar riesgos laborales.

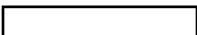
FASE II. ESTANDARIZAR

En esta fase se realizará la implementación de la cuarta ese, en donde los trabajadores deben de distinguir fácilmente lo adecuado de lo inadecuado es decir deben de analizar cuando las tres eses anteriores se están aplicando correctamente y cuando no. Es por ello que para concretar más esta etapa se delimitaran las áreas para que más fácil sea la detección de anomalías.

Para la delimitación de las subáreas del área de maquila de basarán en los colores mostrados en **Tabla 12:**

Tabla 13.

Definición de colores para la delimitación de áreas

Color		Área
Amarillo		Pasillos, carriles de tránsito y celdas de trabajo
Blanco		Material y equipamiento que no tenga otro código de color (estaciones de trabajo, carros, anuncios de piso, estándares)
Azul, verde y/o negro	  	Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajo en proceso y producto terminado
Anaranjado		Materiales o productos detenidos para inspección
Rojo		Defectos, desechos, reprocesos y áreas de tarjeta roja
Blanco y rojo		Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad / normativa (áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad como estaciones de lavado de ojos, regaderas de emergencias y estaciones de primeros auxilios)
Negro y blanco		Áreas que se deben mantener libres por propósitos de operaciones (no relacionados con la seguridad y normativa)

Negro y amarillo		Áreas que podrían exponer a los empleados a riesgos especiales ya sea físicos o para la salud.
------------------	---	--

Nota: Se muestran los colores para conocer y comprender su significado y de ahí utilizar aquellos colores que se utilizaran en la limitación de áreas. Tomado de (Hernandez, 2023)

Una vez que se conoce la definición de los colores para que sirve cada uno se prosigue con la delimitación de las subáreas del área de maquila por lo que se muestra en la **Tabla 13:**

Tabla 14.

Delimitación de subáreas del área de maquila

Delimitación de subáreas en el área de maquila	
	
	



Nota. Se muestra la delimitación de subáreas en el área de maquila para mantener limpia y despejada el área. Elaboración Propia

Mediante la estandarización se busca delimitar áreas para que facilite realizar las operaciones ejercidas durante la jornada de trabajo esto con la finalidad de tener una mejor visión de lo normal con lo anormal y así tener el control visual del área, por lo que en la **Tabla 13** se muestra la delimitación de las subáreas, y en las cuales se utilizó el color verde para la delimitación de almacenes de materia prima, almacenes de materia en proceso y almacén de producto terminado, se utilizó el color blanco para delimitar las maquinarias, el color rojo para los desechos o subproductos (viruta, recorte, tirilla, aserrín), el color amarillo fue utilizado para la delimitación de pasillos y los cuales deben de estar despejados para el desarrollo de las actividades dentro del proceso, el color blanco con negro se utilizó para delimitar el área de carga de la maquila a nuestros clientes la cual debe de estar totalmente despejada y por último, el color amarillo con negro se utilizó para delimitar aquellas estaciones de riesgo hacia los trabajadores.

Para la implementación de esta “s” se necesitó realizar lo siguiente:

- Colocar indicadores visuales que eviten cometer errores durante la jornada de trabajo
- Colocar rótulos en el área de maquila para observar cómo se encontraba el lugar y como debe permanecer para mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo

Para la estandarización se necesitó cumplir con lo antes mencionado, así como mantener las tres primeras “s” como se muestra a continuación:

- Seleccionar: evitar la acumulación de los materiales innecesarios, eliminando el exceso de subproductos (recorte, aserrín, tirilla, viruta) en el área de trabajo
- Organizar: evitar la colocación de herramientas en lugares equivocados, es decir, retornarlos a su lugar de origen
- Limpiar: evitar que las áreas de trabajo se ensucien, para ello se necesita eliminar la fuente de suciedad

Tabla 15.

Ayuda visual para el cumplimiento de la metodología 5's



Nota. Ayuda visual del antes y el después de la implementación de la metodología 5's, para mantener el cumplimiento de la metodología. Elaboración propia

Finalmente, se muestra en la **Tabla 14** en antes y el después de cómo se encontraba el área de maquila y esta ayuda visual se colocó con la finalidad de mantener y conservar lo ya implementado.

FASE III. AUTODISCIPLINA

Esta etapa y ultima “s” se trata de convertir en habito el orden, limpieza y la estandarización dentro del área de maquila del Aserradero el Cortijo logrando tener

mejor el área de trabajo, para ello se colocaron ayudas visuales que permiten mejorar la disciplina en el trabajo.

Para cumplir con lo anterior se debe de respetar y realizar lo siguiente:

- Capacitar a los trabajadores mediante una plática de la importancia, beneficios y mejora que tiene la metodología 5's y que esto a su vez ya lo están analizando con la implementación de las cuatro eses anteriores que se trabaja mejor y se evita pérdidas de tiempo y riesgos laborales.
- Se debe de promover la utilización adecuada de los espacios, maquinas, herramientas, evitando desperdicios de los mismos.
- Las herramientas fueron acomodadas en las maquinarias de acuerdo a su uso de manera que se ahorre tiempo y esfuerzo por parte de los trabajadores
- Se debe de separar y eliminar lo necesario de lo innecesario
- Colocar los desperdicios o subproductos en los lugares establecidos
- Se tienen que colocar cada cosa en el lugar de origen después de ser utilizados
- Después de utilizar las máquinas de trabajo se tendrán que dejar limpias de basura
- Se tendrá que cumplir con lo establecido en el Aserradero el Cortijo, es decir, mantener limpio y ordenado todas las subáreas, aunque no pertenezcan las áreas a cargo del trabajador
- Para aplicar la autodisciplina se tiene que verificar y mantener las acciones tomadas.

SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LA IMPLEMENTACIÓN 5'S

Para dar el seguimiento y mejora continua se tiene que realizar auditorías de cumplimiento a las fases anteriormente mencionadas (Fase I, II, III); por lo que para cumplir con la mejora continua se tendrá que cumplir con los requisitos mencionados en cada una de las fases de la implementación 5's.

Es por ello que para seguir mejorando se estarán realizando auditorias mensualmente para observar cual ha sido el avance de acuerdo a lo estipulado.

POKA-YOKE

Se dice que los poka-yokes son un método que nos permite evitar posibles errores al momento de ejercer las actividades durante el proceso de producción, en este caso la elaboración de maquila de Roperos Tocumbos, por lo que se considera la colocación de dos poka-yokes en el área de maquila para que el proceso sea un poco más eficiente y evitar posibles errores, pero más que nada se colocarán para reducir el tiempo que tardan en colocar las tiras en su lugar y en cortar la madera a la medida indicada, un poka-yoke será colocado en el almacén de tiras puesto que el operador tarda en colocar las tiras en base a su medida porque suele confundirse en qué lugar debe de ir la tira de acuerdo al tamaño, otro poka-yoke será colocado en la máquina de cortar puesto que no se tiene una guía de cuantas piezas se deben de cortar para la realización de la maquila y el operador 1 le pregunta al operador 2, por lo que se desperdicia tiempo y el proceso se hace más lento. A continuación, se muestran las fotografías en la **Tabla 15** de los lugares donde serán colocados los poka-yokes.

Tabla 16.

Áreas de colocación de Poka-Yokes

Área de colocación de tira	Máquina de cortar
	

Nota. Áreas seleccionadas para la colocación de Poka-Yokes para el mejoramiento del proceso

En base a lo observado en la tabla anterior se muestran los lugares donde se colocarán los poka-yokes para evitar posibles errores y sobre todo para reducir el tiempo en la colocación de la tira y evitar preguntar la cantidad de madera a cortar. A continuación, se realizará en cálculo del indicador estipulado para la medición de mejora del poka-yoke, por lo que los datos son tomados del VSM del estado actual del Aserradero, por lo que se tiene la siguiente formula:

$$\text{Reducir tiempo inactivo} = \frac{\text{Tiempo inactivo}}{\text{No. paradas o preguntas}} \quad (7)$$

Por lo tanto:

$$\text{Reducir tiempo inactivo} = \frac{32 \text{ min}}{6 \text{ paradas} + 10 \text{ preguntas}} = 2 \text{ minutos} \quad (8)$$

En el cálculo anterior se muestra que se tienen 32 minutos de inactividad en base al VSM del estado actual del Aserradero por lo que se observaron 6 paradas en la colocación de las tiras y se obtuvieron 10 preguntas al momento de cortar la madera por las medidas, por lo que de acuerdo a la medición se obtuvo que se tardan 2 minutos por cada parada o pregunta que se realiza.

Por consiguiente, se muestra en la **Tabla 16** donde fueron colocados los poka-yokes para reducir el tiempo de inactividad en el desarrollo de estas actividades.

Tabla 17.

Implementación del primer Poka-Yoke

Antes	Después
	

Nota. Se muestra en antes y el después de la implementación de un Poka-Yoke

En la colocación de este poka-yoke se asignó un lugar específico para cada medida diferente de las tiras, estas tiras son colocadas de manera ascendente y a manera de cómo se van ocupando durante el proceso, es por eso que se realizó de esta manera el Poka-yoke.

El segundo poka-yoke que se colocó fue en la máquina de cortar por lo que se consideró colocar las especificaciones del Ropero Tocumbo, es decir se colocó la cantidad de piezas a cortar, así como las medidas para escoplear y espigar, esto con la finalidad de reducir el tiempo inactivo que existe al momento de preguntar por la cantidad a cortar, en la **Tabla 17**, se muestra el segundo poka-yoke

Tabla 18.

Implementación del segundo Poka-Yok

MODELO DEL ROPERO TOCUMBO 	PRIMER BLOQUE • 4 Patas 173 cm • 6 Armador 124.5 cm • 2 Pilastra Forro 108 cm • 2 Pilastra Forro 61.5 cm • 1 Armador 83.2 cm • 1 Pilastra Frente 126 cm • 1 Pilastra Frente 108.5 cm • 1 Pilastra Cajonera 18 cm • 1 Manguete 41.8 cm	MEDIDA Espiga Escoplo 3.5 Cm
	SEGUNDO BLOQUE • 4 Puerta 106.5 cm • 2 Puerta Luna 70.5 cm • 2 Puerta Zapatera 52 cm • 10 Peinazo 33.8 cm • 2 Puerta Fija 42 cm • 4 Puerta Corrediza 38.5 cm • 6 Peinazo 38 cm • 4 Cajón 40 cm • 4 Pilastra Cajón 10 cm • 2 Batiente 120 cm	Espiga Escoplo 4.5 Cm
	TERCER BLOQUE • 5 Corredera 44.5 cm • 3 Cargador 30 cm • 1 Entrepañó 39 cm • 20 Puente 42.5 cm • 2 Puente Rdj 46.5 cm • 2 Bastón 80 cm • 2 Moldura 2.2*2.50 m • 1 Taparriel 124.5 cm • 1 Separador 1.5*43 cm • 4 Costado 12.5*39 cm • 2 Testero 10.5*35 cm • 12 Cargador 12*3.5 cm	Utilizar Trompo Torre

Nota: Poka-Yoke que define el modelo del ropero, y las especificaciones de cortes que conlleva el ropero. Elaboración Propia

Este poka-yoke se realizó de acuerdo al proceso de la elaboración del ropero Tocumbo y en el cual se muestra la cantidad de piezas, medidas y el flujo del proceso de cómo se debe de ir cortando esto con la finalidad de evitar preguntar y así reducir el tiempo inactivo en el área de corte.

Por otra parte, se tendrá el siguiente formato mostrado en la **Tabla 18**, para la toma de tiempos de los poka-yokes.

Tabla 19.

Formato para la toma de tiempos de los Poka-Yokes

Tiempo inactivo 32 min			
No. Paradas Tiras	Tiempo (min)	No. Paradas Preguntas	Tiempo (min)

Nota. Formato para la toma de tiempos del proceso de tiriarse y cortar madera

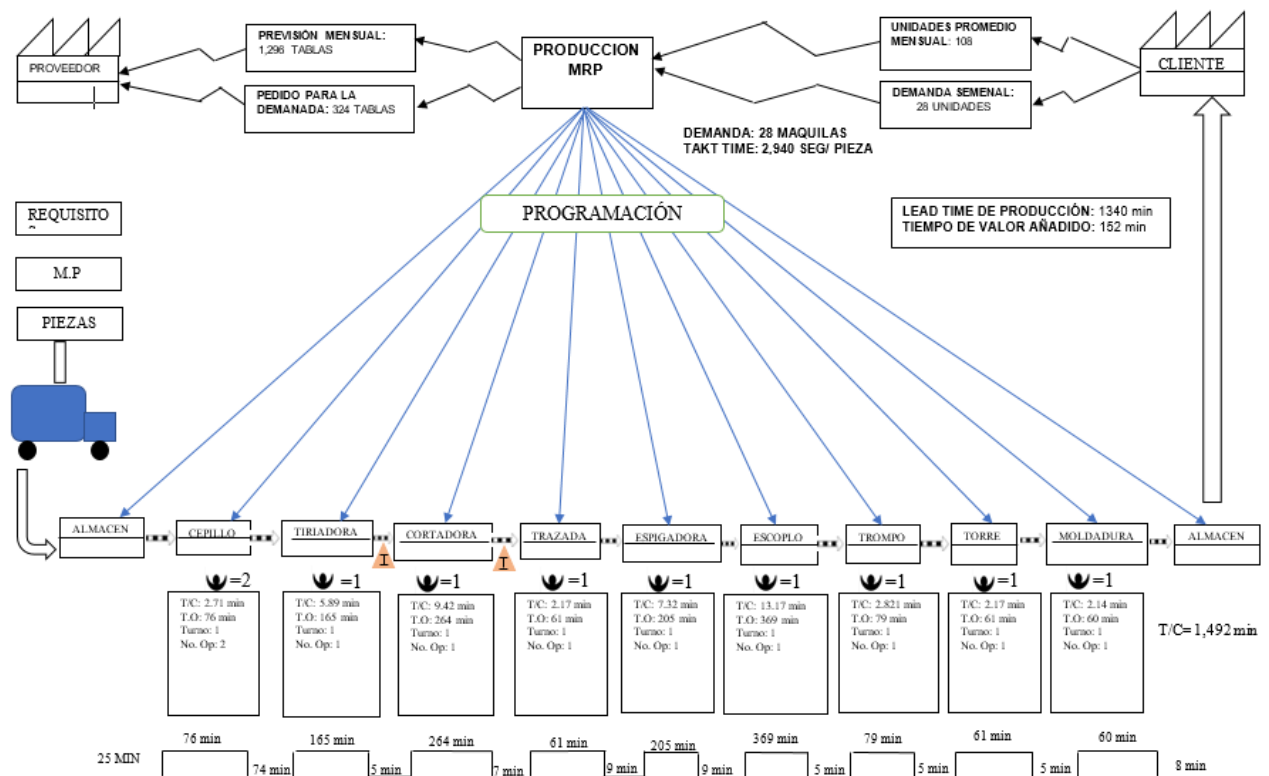
La **Tabla 18**, permitirá conocer si la implementación de los poka-yokes ayuda al aumento de la productividad en el área de maquila del Aserradero El Cortijo.

Estandarización del proceso de elaboración de maquila del Ropero Tocumbo

Para llevar a cabo la estandarización del proceso de maquila de roperos Tocumbos se tomarán los datos ya obtenidos por parte de la implementación de la metodología 5's y la implementación de poka-yokes, considerando así el tiempo ciclo de 1,492 minutos durante el proceso de elaboración de maquila, por lo que se muestra a continuación el VSM obtenido después de la implementación de las herramientas antes mencionadas.

Figura 15.

VSM Después de la implementación de 5's y Poka-Yokes



Nota. VSM Realizado después de la implementación de la metodología 5's y Poka-Yokes

Una vez que se obtuvo el VSM de la implementación de la metodología 5's e implementación de poka-yokes **Figura 15**, se comenzó por observar nuevamente el proceso de elaboración de maquila para posteriormente realizar la descripción del proceso actual, por lo que se muestra a continuación en la **Tabla 19**:

Tabla 20.

Descripción del proceso actual para la estandarización del proceso

Nota: Descripción del proceso de elaboración de maquila para la realización del diagrama de

Descripción del proceso actual	
Proceso: Elaboración de maquila del Ropero Tocumbo	
Inicia: Cepillando la madera.	Termina: Amarrando las piezas por grupo
De: Operadores	Método: Actual
El proceso inicia ingresando la madera a almacén de materia prima, posteriormente los dos operadores comienzan a cepillar las 324 tablas por las dos caras, colocan las tablas a un lado de la tiriadora, una vez que se terminan de cepillar las 324 tablas, el operador 1 comienza a tiriarse las tablas a manera de considerar lo ancho que se va ocupando para la realización de la maquila, por lo que el operador 1 debe de estar separando las tiras por medidas, mientras el operador 2 inicia cortando las tiras por diferentes medidas y partes que conlleva el armado de los roperos, se coloca en un banco por grupos de piezas, por consiguiente el operador 1 se lleva nuevamente a otro banco la madera por grupos para trazar medidas, el operador 2 toma la madera por grupos y comienza a marcar caras para posteriormente llevarlos a espigadora y al escoplo cuando termina de espigar y escoplear amarra la madera y la va colocando en almacén de producto terminado, mientras el operador 1 lleva al trompo las piezas de los cajones del ropero para abrir los costados y los testeros, cuando termina de estas actividades amarra la madera y los lleva al almacén de producto terminado, el operador 2 termina de espigar y escoplear se va a la torre para empezar a marcar las curvas en madera para el diseño del ropero una vez terminando la operación amarra y lo lleva a almacén de producto terminado, el operador 2 agarra madera y empieza a realizar las molduras del mueble una vez terminando amarra y los coloca en almacén de producto terminado.	

actividades. Elaboración Propia

Una vez que se tiene la descripción del proceso de la elaboración de maquila se realiza el diagrama de actividades que se ejercen durante el proceso y con ello se realizan las tomas de tiempos por cada actividad realizada, continuación se muestra:

Tabla 21.

Diagrama de actividades en la elaboración de maquila del Ropero Tocumbo

No. Act	Descripción	Tipo						Tiempo (Min)
		○	◻	◻	⇒	▽	D	
1	Ingresar madera a almacén de materia prima	○						24.99
2	Cepillar madera por una cara		◻					36.95
3	Colocar madera a un lado del cepillo	○						36.90
4	Cepillar madera por la otra cara	○						37.98
5	Colocar madera a un lado de la tiriadora				⇒			37.85
6	Tiriar madera	○						164.97
7	Colocar tiras por medidas		◻					5
8	Cortar madera (Primer bloque)		◻					265.85
9	Colocar madera cortada en banco (grupos)	○						7
10	Trazar madera para espigar y escoplear		◻					29.91
11	Tomar madera y colocar en banco				⇒			3.21
12	Marcar caras para la maquila				⇒			5.98
13	Espigar madera		◻					95.97
14	Colocar en banco	○						2.05
15	Amarrar madera por grupos				⇒			3.41
16	Escoplear madera		◻					179.95
17	Colocar en banco	○						4.95
18	Amarrar madera por grupos				⇒			3.15
19	Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado		◻					2.03
	(Segundo bloque)				⇒			
20	Colocar madera cortada en banco (grupos)					▽		2.08
21	Trazar madera para espigar y escoplear				⇒			27.80
22	Tomar madera y colocar en banco	○						2.06
23	Marcar caras para la maquila				⇒			6.15
24	Espigar madera		◻					96.91
25	Colocar en banco	○						2.30
26	Amarrar madera por grupos				⇒			2.98
27	Escoplear madera		◻					180.95
28	Colocar en banco	○						2.85
29	Amarrar madera por grupos				⇒			2.96
30	Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado		◻		⇒	▽		2.06
31	Abrir costados (Tercer bloque)	○						35.87
32	Ajustar medidas en trompo (para abrir testeros)			◻				5.30
33	Abrir testeros	○						35.84
34	Llevar a banco costados y testeros y amarrar				⇒			2.15
35	Llevar a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.09
36	Marcar curvas		◻					21.56
37	Llevar a torre y cortar curvas				⇒			40.08
38	Llevar a banco, amarrar y llevarlo a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.03
39	Realizar molduras	○						59.80
40	Llevar a banco y amarrar				⇒			2.08
41	Llevar a almacén de producto terminado				⇒	▽		8
RESUMEN DE ACTIVIDADES		13	11	1	17	4	0	1,492

Nota: Diagrama de actividades del proceso de maquila para la estandarización. Elaboración Propia

En la descripción que se muestra en la **Tabla 20**, del proceso de maquila se puede observar que consta de un total de 46 actividades de las cuales existen 17 traslados los cuales ocasionan tiempo de valor no agregado, por otra parte, se analiza que existe un tiempo ciclo de 1,492 minutos.

IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS

En base a lo analizado anteriormente se puede observar que en el proceso actual se identifican las actividades en las que se deben de realizar las mejoras, las cuales se muestran en la **Tabla 21**:

Tabla 22. Identificación de mejoras en el Proceso de maquila de Ropero Tocumbo

No. Act	Descripción	Tipo						Tiempo (Min)
		○	◻	◻	⇒	▽	D	
1	Ingresar madera a almacén de materia prima	○						24.99
2	Cepillar madera por una cara		◻					36.95
3	Colocar madera a un lado del cepillo	○						36.90
4	Cepillar madera por la otra cara	○						37.98
5	Colocar madera a un lado de la tiriadora				⇒			37.85
6	Tiriar madera	○						164.97
7	Colocar tiras por medidas		◻					5
8	Cortar madera (Primer bloque)		◻					265.85
9	Colocar madera cortada en banco (grupos)	○						7
10	Trazar madera para espigar y escoplear		◻		⇒			29.91
11	Tomar madera y colocar en banco				⇒			3.21
12	Marcar caras para la maquila		◻					5.98
13	Espigar madera	○						95.97
14	Colocar en banco				⇒			2.05
15	Amarrar madera por grupos		◻					3.41
16	Escoplear madera	○						179.95
17	Colocar en banco				⇒			4.95
18	Amarrar madera por grupos		◻					3.15
19	Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado				⇒			2.03
	(Segundo bloque)					▽		
20	Colocar madera cortada en banco (grupos)				⇒			2.08
21	Trazar madera para espigar y escoplear	○						27.80
22	Tomar madera y colocar en banco				⇒			2.06
23	Marcar caras para la maquila		◻					6.15
24	Espigar madera	○						96.91
25	Colocar en banco				⇒			2.30
26	Amarrar madera por grupos		◻					2.98
27	Escoplear madera	○						180.95
28	Colocar en banco				⇒			2.85
29	Amarrar madera por grupos		◻					2.96
30	Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.06
31	Abrir costados (Tercer bloque)	○						35.87
32	Ajustar medidas en trompo (para abrir testeros)			◻				5.30
33	Abrir testeros	○						35.84
34	Llevar a banco costados y testeros y amarrar				⇒			2.15
35	Llevar a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.09
36	Marcar curvas		◻					21.56
37	Llevar a torre y cortar curvas				⇒			40.08
38	Llevar a banco, amarrar y llevarlo a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.03
39	Realizar molduras	○						59.80
40	Llevar a banco y amarrar				⇒			2.08
41	Llevar a almacén de producto terminado				⇒	▽		8
RESUMEN DE ACTIVIDADES		13	11	1	17	5	0	1,492

Nota. Diagrama de actividades del proceso con mejoras en el proceso. Elaboración Propia

En el formato anterior de la **Tabla 21**, se muestra el proceso actual de la elaboración de maquila del ropero Tocumbo en el cual se muestra que son 8 actividades las que deben de eliminarse o mejorarse, ya que en algunas es tiempo que no agregan valor al proceso, por lo que estos traslados no son necesarios ya que se pueden realizar en la misma maquinaria el amarrar la madera cortada, en el caso de la actividad 10 y 11 no es necesario trasladarse ya que se puede ejercer la actividad en la misma maquinaria.

MEJORAR EL PROCESO

Diseño del nuevo proceso

En base a las mejoras identificadas se realizó el diseño de un nuevo proceso en el que se plantea mejoras que ayudarán al operador a realizar su trabajo de una mejor forma, por lo que el nuevo proceso de muestra a continuación en la **Tabla 22**:

Tabla 23.

Diseño del nuevo proceso de elaboración de maquila de Ropero Tocumbo

No. Act	Descripción	Tipo						Tiempo (Min)
		○	◻	◻	⇒	▽	D	
1	Ingresar madera a almacén de materia prima	○						25.00
2	Cepillar madera por una cara		◻					36.95
3	Colocar madera a un lado del cepillo	○						36.90
4	Cepillar madera por la otra cara	○						37.98
5	Colocar madera a un lado de la tiradora				⇒			37.85
6	Tiriar madera	○						164.97
7	Colocar tiras por medidas		◻					5
8	Cortar madera (Primer bloque)		◻					265.85
9	Colocar madera cortada en banco (grupos)	○						7
10	Trazar madera para espigar y escoplear		◻		⇒			28.45
11	Marcar caras para la maquila	○	◻					6.02
12	Espigar madera	○						95.97
13	Amarrar madera por grupos		◻					3.41
14	Escoplear madera	○						180.01
15	Amarrar madera por grupos		◻					3.05
16	Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.03
(Segundo bloque)								
17	Trazar madera para espigar y escoplear	○						28.03
18	Marcar caras para la maquila		◻					6.10
19	Espigar madera	○						97.01
20	Amarrar madera por grupos		◻					3.00
21	Escoplear madera	○						180.95
22	Amarrar madera por grupos		◻					3.02
23	Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.06
24	Abrir costados (Tercer bloque)	○						35.87
25	Ajustar medidas en trompo (para abrir testers)			◻				5.30
26	Abrir testers	○						36.09
27	Llevar a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.15
28	Marcar curvas		◻					21.56
29	Llevar a torre y cortar curvas				⇒			40.08
30	Llevar a banco, amarrar y llevarlo a almacén de producto terminado				⇒	▽		2.03
31	Realizar molduras	○						59.80
32	Llevar a banco y amarrar				⇒			2.08
33	Llevar a almacén de producto terminado				⇒	▽		8
RESUMEN DE ACTIVIDADES		13	11	1	9	5	0	1,469.57

Nota: Diagrama del nuevo proceso de actividades del proceso de maquila, proceso estandarizado.

Elaboración Propia

El diseño del proceso mostrado anteriormente en la **Tabla 22**, se basa en la eliminación de actividades innecesarias encontradas en la observación del proceso actual, así como el tiempo estándar establecido para cada una de las actividades del proceso. El cálculo del tiempo estándar se muestra enseguida.

Establecer tiempos estándar

Para establecer el tiempo estándar para cada una de las actividades antes mostradas para el proceso de elaboración de maquila del ropero Tocumbo, se toma en cuenta la tabla de General Electric, para establecer el número de muestras que se deben de realizar a cada una de las actividades del proceso, en base al tiempo ciclo de cada actividad, a continuación, se muestra la **Tabla 23**, los tiempos estándar de General Electric (Niebel, 2009):

Tabla 24.

Tabla General Electric para establecer el número de muestras a realizar

Tiempo del ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o mas	3

Nota. Tabla de General Electric para conocer cuántas tomas de tiempo se deben de realizar por actividad en base a su tiempo tomado. Tomado de (Kanawaty, 2004)

De acuerdo a la **Tabla 23** se determinó el número de observaciones a realizarse, para cada una de las actividades considerando el tiempo en el que se elabora cada paso del proceso de maquila.

Por otro lado, se menciona que el número de observaciones varia para cada actividad, ya que algunas tienen un lapso más de tiempo y otras son más pequeñas por lo que para la determinación del tamaño de la muestra, se llevó a cabo la toma de tiempos los cuales se registraron en el siguiente formato:

Tabla 25.

Formato para la toma de tiempos en la elaboración de Maquila Ropero Tocumbo

Formato de Toma de Tiempos																
Actividad	ÁREA: Maquila								Analista: Janeth Patiño Antonio							
	Actividad: Elaboración de maquila del ropero Tocumbo								Operadores: Adolfo, Oswaldo							
	Tiempo de muestra															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Media
Ingresar madera a almacén de materia prima	24.99	25	25	24.5	25											24.898
Cepillar madera por una cara	36.95	36.69	36.15	36.85	36.79											36.686
Colocar madera a un lado del cepillo	36.9	36.25	36.95	36.68	36.9											36.736
Cepillar madera por la otra cara	37.98	38	37.65	37.89	37.99											37.902
Colocar madera a un lado de la tiriadora	37.85	37.9	37.49	37.4	37.66											37.660
Tiriar madera	164.97	165.03	165	164.85	164.98											164.966
Colocar tiras por medidas	5	5	4.99	4.95	4.99	5	5	5	5	4.92	5	5	4.99	4.99	5	4.989
Cortar madera (1er bloque)	265.85	265	264.87													265.24
Colocar madera cortada en banco (grupos)	7	6.98	6.89	6.96	7	7	7	6.99	7	7						6.982
Trazar madera para espigar y escoplear	28.45	29	28	28.35	28.5											28.46
Marcar caras para la maquila	6.02	6	5.89	5.85	5.99	6	5.98	6	5.87	6						5.96
Espigar madera	95.97	96	96													95.99
Amarrar madera por grupos	3.41	3.39	3.2	3.5	3.4	3.35	3.4	3.4	3.25	3.4	3.4	3.25	3.4	3.35	3.4	3.367
Escoplear madera	180.01	179.9	180													179.97
Amarrar madera por grupos	3.05	3	3.02	3	3.01	2.99	2.98	2.85	2.88	2.98	2.87	3	2.99	3	3.02	2.976
Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado	2.03	1.98	1.99	2	2.01	2	2	2.02	2	2.03	2.03	2	2	2.01	2.02	2.008
Trazar madera para espigar y escoplear (2do bloque)	28.03	28	27.85	27.9	28											27.956
Marcar caras para la maquila	6.1	6	6.02	6.05	6	6	6.02	6.05	6.08	6.1	6.04	6.08	6.1	6	6.01	6.043
Espigar madera	97.01	96.98	97													96.997
Amarrar madera por grupos	3	2.99	2.87	2.86	2.85	2.98	2.99	3	3	3.01	3.02	3	2.88	2.98	2.99	2.961
Escoplear madera	180.95	180	180.56													180.503
Amarrar madera por grupos	3.02	3.01	3.02	3.02	3.01	3	3.01	3.01	3.02	3	3	3.02	3.02	3.01	3	3.011
Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado	2.06	2.01	2.02	2.02	2.02	2.03	2.04	2.01	2.01	2.02	1.99	2	2.06	1.98	1.99	2.017
Abrir costados (Tercer bloque)	35.87	35.56	35.84													35.757
Ajustar medidas en trompo (para abrir testeros)	5.3	5.23	5.25	5.28	5.1	5.15	5.22	5.25	5.29	5.3	5.15	5.16	5.29	5.3	5.25	5.235
Abrir testeros	36.09	35.99	36	36.05	36.04											36.034
Llevar a almacén de producto terminado	2.15	2.1	2.12	2.15	2.1	2.11	2.14	2.13	2.15	2.11	2.14	2.12	2.15	2.15	2.14	2.131
Marcar curvas	21.56	20.99	21	21.5	21.45											21.300
Llevar a torre y cortar curvas	40.08	39.98	40													40.02
Llevar a banco, amarrar y llevarlo a almacén de producto terminado	2.03	2.03	2.03	2.02	2.012.01	2.01	2.02	2.03	2.03	2.03	2.03	2.02	2	2	2.01	1.886
Realizar molduras	59.8	60	60.05													59.95
Llevar a banco y amarrar	2.08	2.01	2.07	2.08	2.08	2.04	2.06	2.07	2.01	2.05	2.06	2.01	2	2	2	2.041
Llevar a almacén de producto terminado	8	8	7.86	7.98	7.99	8	8	8	7.99	8						7.982

En el formato de la **Tabla 24** se observa que el número de tomas de tiempo varia, esto dependiendo del lapso de tiempo de la actividad y de acuerdo a lo que establece la tabla de General Electric, se puede visualizar que existe una columna de media la cual se calcula sumando todos los tiempos obtenidos por actividad y dividiéndolos entre el número de muestras realizadas, obteniendo así la media por cada actividad, por otro lado, la media servirá para determinar el tiempo estándar de cada actividad.

Calificación de la actuación

Para calificar la actuación de los operadores del área de maquila se considera el Sistema Westinghouse (Niebel, 2009), en el cual se considera la actuación de los operadores en varios aspectos, pero actualmente las empresas se basan en la habilidad y el esfuerzo, ya que son las que más impactan en un proceso productivo. Para la calificación se asigna un numero en base a la percepción del analista y el ritmo que lleva en su desarrollo de trabajo, es decir la velocidad con la que los operarios desarrollan el trabajo o tareas asignadas. En la **Tabla 25** se muestran las calificaciones de acuerdo al Sistema de Westinghouse:

Tabla 26.

Sistema Westinghouse habilidad y esfuerzo

CALIFICACIÓN DE HABILIDAD Y ESFUERZO				
HABILIDAD	ESFUERZO	SÍMBOLO	TERMINO	OPERADOR
0.15	0.13	A1	Superior	
0.13	0.12	A2	Superior	
0.11	0.10	B1	Excelente	
0.08	0.08	B2	Excelente	OPERADOR 1
0.06	0.05	C1	Buena	OPERADOR 2
0.03	0.02	C2	Buena	
0.00	0.00	D	Promedio	
-0.05	-0.04	E1	Aceptable	
-0.10	-0.08	E2	Aceptable	
-0.16	-0.12	F1	Mala	

-0.22	-0.17	F2	Mala	
-------	-------	----	------	--

Nota: Tabla del Sistema Westinghouse, para la medición de la habilidad y el esfuerzo del trabajador. (Niebel, 2009)

De acuerdo al sistema Westinghouse la calificación que se les asigna al operador 1 es de 0.16, esto en base a que el operador en el apartado de habilidad es calificado con 0.08 y en esfuerzo 0.08 considerando que el operador desempeña su trabajo con una calificación excelente, por lo que el operador 2 se le asigna una calificación del 0.11, ya que en habilidad es calificado con 0.06 y en esfuerzo 0.05 teniendo como resultado que su calificación es buena. Como se puede observar se tienen dos operadores para el proceso de maquila por lo que para obtener la calificación total de la habilidad se promediaran las calificaciones teniendo que:

$$\text{Calif. Total Habilidad} = 0.16 + 0.11 = \frac{0.27}{2} = 0.135 \quad (9)$$

Se puede observar que se tiene un tiempo total de habilidad del 0.135 por ambos operadores.

Determinación del tiempo estándar

Para la determinación del tiempo estándar en las actividades del proceso de elaboración de maquila del Roperio Tocombo, es necesario considerar los datos antes calculados como lo es la media calculada en base a la suma de tiempos realizados por cada actividad y dividiéndolos entre sí, también se considera la calificación de habilidad y esfuerzo por cada trabajador, comprendiendo que este proceso se necesita de la colaboración de dos operadores por lo que se evalúan ambos y su calificación es sumada y promediada para tener la calificación correcta de ambos operadores y poder realizar el cálculo de la estandarización, finalmente se debe de tomar en cuenta que la tolerancia más utilizada en cuanto a los suplementos de descanso es de 0.09.

Posterior a la obtención de estos datos, se muestran las fórmulas que se aplicaran para la estandarización de tiempo de cada una de las actividades del proceso de maquila:

$$\text{Calif. Habilidad} = 1 + \text{Factor Habilidad} \quad (10)$$

Esta fórmula servirá para obtener el dato final de la habilidad y desempeño que ejercen los operadores en la elaboración de maquila del Ropero Tocumbo.

$$\text{Tiempo Normal} = (\text{Tiempo Observado})(\text{Calificación Habilidad}) \quad (11)$$

Para el tiempo normal se multiplicará el tiempo observado de cada actividad por la calificación de la habilidad.

Por último, se calculará la fórmula de estandarización por lo que se tiene que se multiplica el Tiempo Normal por 1 más la tolerancia.

$$\text{Tiempo Estandar} = \text{Tiempo Normal} (1 + \text{Factor Tolerancia}) \quad (12)$$

Una vez que se tienen las fórmulas, se realizan los cálculos de las mismas para obtener el tiempo estándar por cada actividad del proceso y teniendo así el tiempo total estándar del proceso de maquila del Ropero Tocumbo.

Cálculos de determinación de tiempo estándar en el proceso de maquila del Ropero Tocumbo

Tabla 27.

Determinación de tiempos estándar en maquila de Roperos Tocumbos

Actividad	Media	Factor Desempeño	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
Ingresar madera a almacén de materia prima	24.898	1.135	28.259	30.803
Cepillar madera por una cara	36.686	1.135	41.639	45.386
Colocar madera a un lado del cepillo	36.736	1.135	41.695	45.448
Cepillar madera por la otra cara	37.902	1.135	43.019	46.890
Colocar madera a un lado de la tiriadora	37.66	1.135	42.744	46.591
Tiriar madera	164.966	1.135	187.236	204.088
Colocar tiras por medidas	4.989	1.135	5.663	6.172
Cortar madera (1er bloque)	265.24	1.135	301.047	328.142
Colocar madera cortada en banco (grupos)	6.982	1.135	7.925	8.638
Trazar madera para espigar y escoplear	28.46	1.135	32.302	35.209
Marcar caras para la maquila	5.96	1.135	6.765	7.373
Espigar madera	95.99	1.135	108.949	118.754
Amarrar madera por grupos	3.367	1.135	3.822	4.165
Escoplear madera	179.97	1.135	204.266	222.650
Amarrar madera por grupos	2.976	1.135	3.378	3.682
Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado	2.008	1.135	2.279	2.484
Trazar madera para espigar y escoplear (2do bloque)	27.956	1.135	31.730	34.586
Marcar caras para la maquila	6.043	1.135	6.859	7.476
Espigar madera	96.997	1.135	110.092	120.000
Amarrar madera por grupos	2.961	1.135	3.361	3.663
Escoplear madera	180.503	1.135	204.871	223.309
Amarrar madera por grupos	3.011	1.135	3.417	3.725
Llevar madera espigada y escopleada a almacén de producto terminado	2.017	1.135	2.289	2.495
Abrir costados (Tercer bloque)	35.757	1.135	40.584	44.237
Ajustar medidas en trompo (para abrir testers)	5.235	1.135	5.942	6.476
Abrir testers	36.034	1.135	40.899	44.579
Llevar a almacén de producto terminado	2.131	1.135	2.419	2.636
Marcar curvas	21.3	1.135	24.176	26.351
Llevar a torre y cortar curvas	40.02	1.135	45.423	49.511
Llevar a banco, amarrar y llevarlo a almacén de producto terminado	1.886	1.135	2.141	2.333
Realizar molduras	59.95	1.135	68.043	74.167
Llevar a banco y amarrar	2.041	1.135	2.317	2.525
Llevar a almacén de producto terminado	7.982	1.135	9.060	9.875
Tiempo total actual	1,466.614		Tiempo total estándar	1,814.422

En la **Tabla 26** se muestra el cálculo del tiempo estándar establecido por cada una de las actividades desempeñadas durante el proceso de elaboración de maquila de Roperio Tocumbo.

3.4. Población y muestra

La población para el aumento de la productividad se enfoca por los diferentes tipos de maquilas que elaboran en el Aserradero El Cortijo, tomando en cuenta que el área de maquila es muy pequeña y en la cual se cuenta con 2 trabajadores y dos clientes. Por lo que la variable se comprende por todas las maquilas que laboran y la muestra será el producto más vendido a los clientes en este caso el Roperio Tocumbo

3.5. Matriz de congruencia

Tabla 28.

Matriz de Congruencia del Aserradero El Cortijo

Problema de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Preguntas de la investigación	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cómo aumentar la productividad en maquila de Ropero Tocumbo?	Aumentar la productividad en la elaboración de maquila del Ropero Tocumbo del Aserradero El Cortijo con la implementación de herramientas Lean	Diagnosticar la situación actual del Aserradero El Cortijo mediante el uso de herramientas Lean Definir herramientas que permitan el aumento de productividad en maquila de ropero Tocumbo del Aserradero el Cortijo Implementar herramientas y estrategias para el aumento de la productividad Evaluar las herramientas Lean que permitan conocer el aumento de la productividad	¿Cuál es la condición inicial del Aserradero El Cortijo? ¿Cuáles herramientas permitirán aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo? ¿Las herramientas implementadas aumentaron la productividad? ¿Cuál fue el aumento de la productividad en base a la implementación de cada herramienta?	Con la implementación de herramientas Lean se logrará aumentar la productividad en maquila de ropero Tocumbo del Aserradero El Cortijo	Variables independientes: Tiempo Ciclo Variable dependiente: Productividad	El enfoque de esta investigación es experimental con resultados cuantitativos basado al aumento de la productividad de la elaboración de Roperos Tocumbos, con la utilización de herramientas Lean Manufacturing tales como la metodología 5's, Poka-Yokes y la estandarización del proceso.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

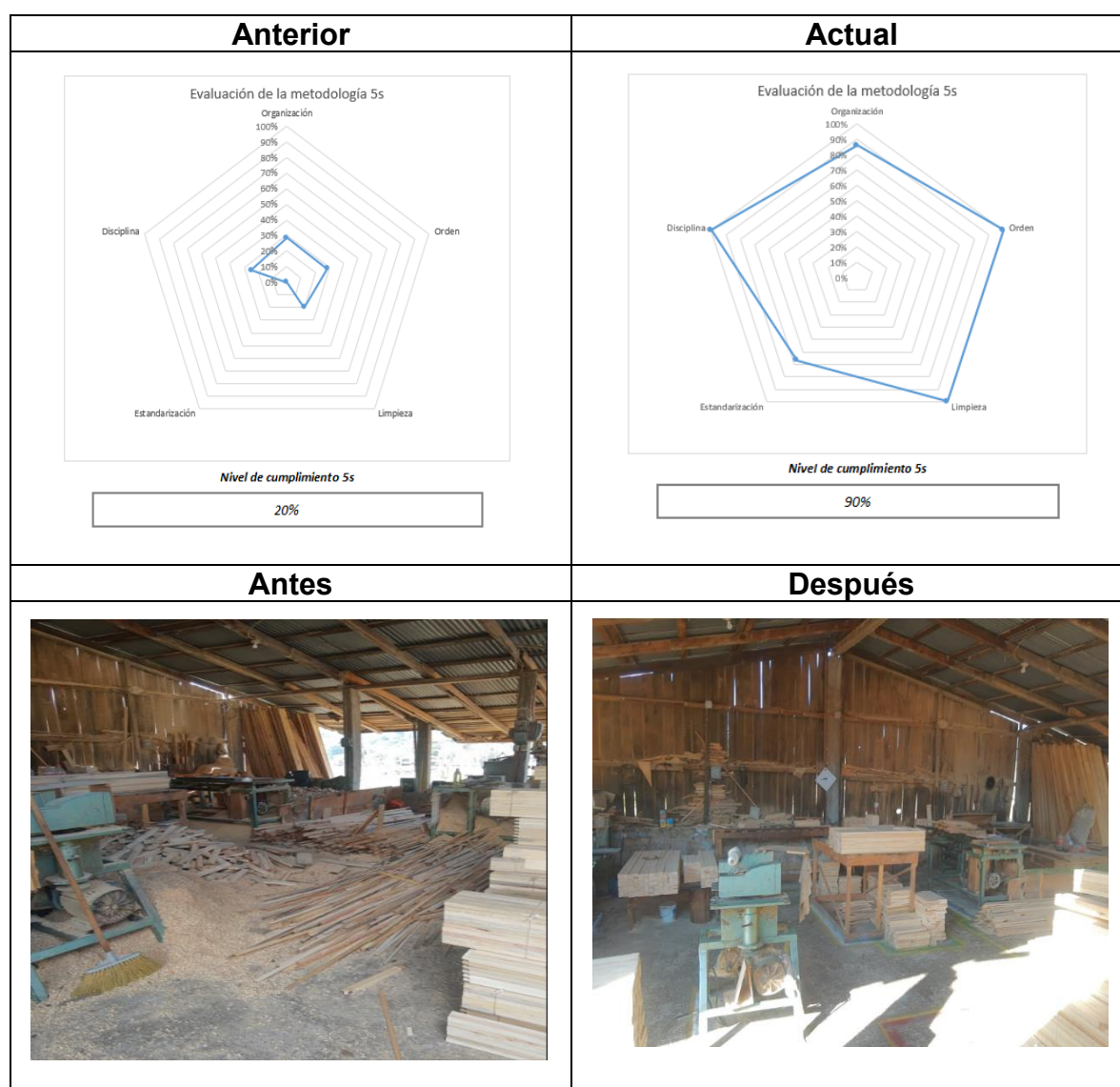
4.1. Análisis cuantitativo

4.1.1. Metodología 5's

De acuerdo a la implementación de la metodología 5's en el área de maquila del Aserradero el Cortijo se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo al diagrama de araña.

Tabla 29.

Resultados obtenidos de la metodología 5's

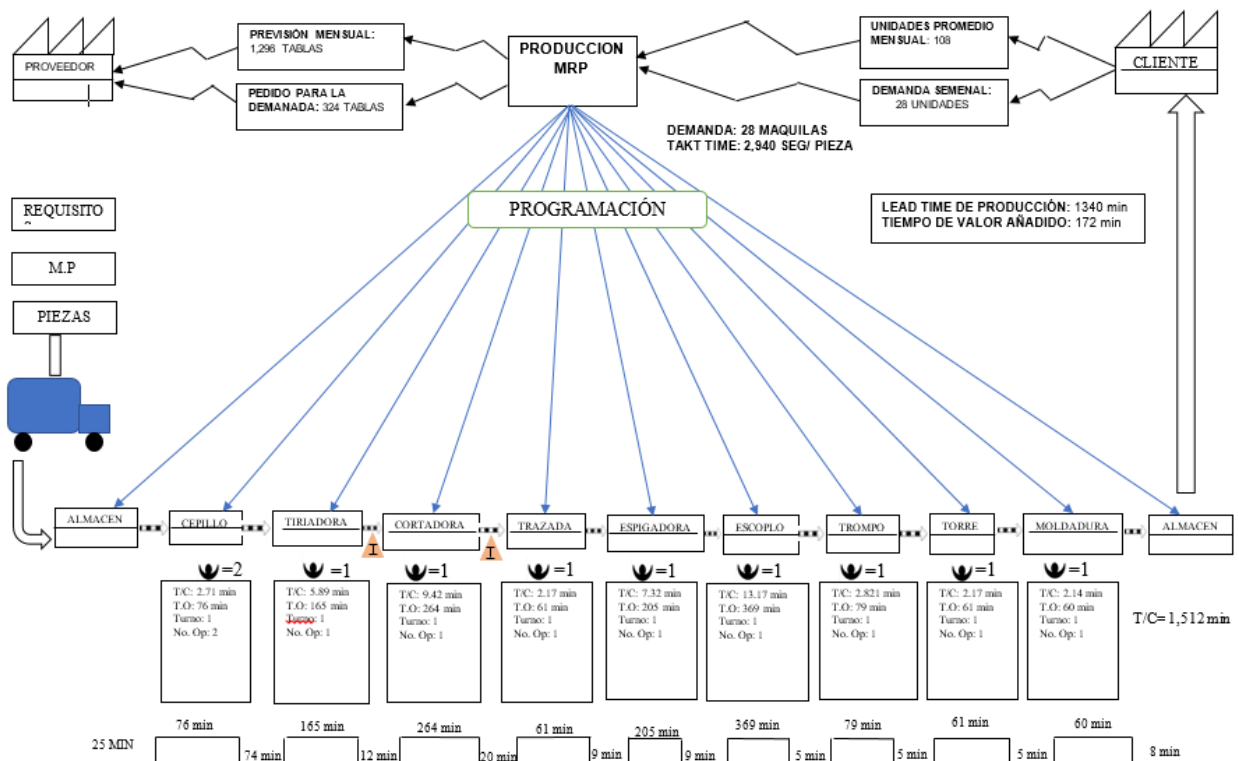


En la **Tabla 28** se muestra que antes de la implementación de la metodología 5's se contaba con un nivel de cumplimiento del 20% y en el estado actual se cuenta con un nivel de cumplimiento del 90% lo cual indica que se mejoró un 70% el nivel de cumplimiento por lo que en el área de maquila del Aserradero el Cortijo actualmente se encuentra ordenada, limpia y despejada, por lo que las herramientas se encuentran en el lugar adecuado, por otra parte también se muestran imágenes del antes y del después del área de maquila y en el cual se puede visualizar el mejoramiento.

En la **Ilustración 16** se muestra el VSM de cómo se encuentra el proceso de maquila del ropero Tocumbo con la implementación de la metodología 5's:

Figura 16.

VSM Después de la implementación de la metodología 5's



Nota. Resultados obtenidos mediante el VSM, posterior a la implementación de la metodología 5's

Como se puede visualizar en el VSM, de la **Figura 16** la metodología 5's ayudo al aumento de la productividad por lo que antes de la implementación de esta

herramienta se contaba con un tiempo ciclo de 1,560 minutos, posterior a la implementacion de la metodologia se cuenta con un tiempo ciclo de 1,512 minutos de los cuales se tiene 1,340 minutos que agregan valor al proceso y 172 minutos que no agregan valor al proceso, por otro lado en este lapso de tiempo se logro producir una maquila mas del ropero Tocumbo, teniendo asi 28 maquilas semanales.

Finalmente se realiza el calculo de la prodctividad para comprender cuanto ayudo a aumentar la productividad dicha herramienta.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o salidas}}{\text{Insumos o entradas}} \quad (13)$$

Tabla 30.

Cálculo de la Productividad con la implementación de la metodología 5's

Precio Madera Se necesitan 324 tablas de 4" para la elaboración de las 28 maquilas semanales. $PM = 324 * 2.063 \text{ ft} * \\$18 = \\$12,031$	Precio de venta por unidad Cantidad de pies de madera habilitada $PVPU = 23 \text{ ft maquila} * \\$27 = \\$621 \text{ por unidad}$
Salario trabajador Precio madera habilitada= \$90 Horas trabajadas= 25.2 hrs Unidades semanales= 28 unidades $ST = 28 \text{ Unidades} * \\$90 \div 25.2 \text{ hrs}$ $= \\$100 \text{ por hr}$	Componentes CFE Mensual = \$ 3,387 ÷ 8 semanas = \$423 Diesel= \$100 semanal BANDAS = \$ 200 ÷ 6 Meses ÷ 24 semanas = \$1.38 pesos semanales Grasa= \$ 100 semanales Comp = \$ 423 + \$100 + \$1.38 + \$ 100 = \$ 624.38 semanales

Calculo productividad semanal.

Productos

Productos semanales= 28 Unidades

Precio de venta= \$ 621 por unidad

$$\text{Productos} = 28 \text{ Unidades} * \$621 = 17,388 \quad (14)$$

Insumos

Tiempo de producción= 25.2 hrs

Salario= \$100 por hora

Precio Madera= \$12,031

Componentes= \$624.38 semanales

$$\text{Insumos} = 25.2 \text{ hrs} * \$100 + \$12,031 + \$624.38 = 15,175.38 \quad (15)$$

Productividad Metodología 5's

$$\text{Productividad} = \frac{17,388}{15,175.38} = 1.15 \quad (16)$$

La productividad antes de la implementación de la metodología se encontraba a 1.11 de recuperación en base a lo invertido, por lo que con la implementación de la metodología 5's se tiene que aumento a 1.15 por lo que aumento la productividad un 4% y lo cual indica que la implementación de esta metodología permitió mejorar el aumento de la productividad de la maquila del ropero Tocumbo. Finalmente se puede concluir que la metodología 5's es fundamental para el mejoramiento de los procesos dentro de las organizaciones.

4.1.2. POKA – YOKE

Con la implementación de los poka- yokes en el almacén de tiras y en la máquina de cortar se tenía un tiempo inactivo de 32 minutos y se realizaban 6 paradas al momento de colocar las tiras en el almacén y 10 preguntas para cortar la madera a la medida indicada lo cual generaba un tiempo de 2 minutos por cada pregunta y/o parada.

A continuación, se muestra la **Tabla 30** de la toma de tiempos durante la implementación y ejecución de los poka-yokes en el área de maquila y por lo que se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 31.

Toma de tiempos durante la ejecución de los Poka-Yokes

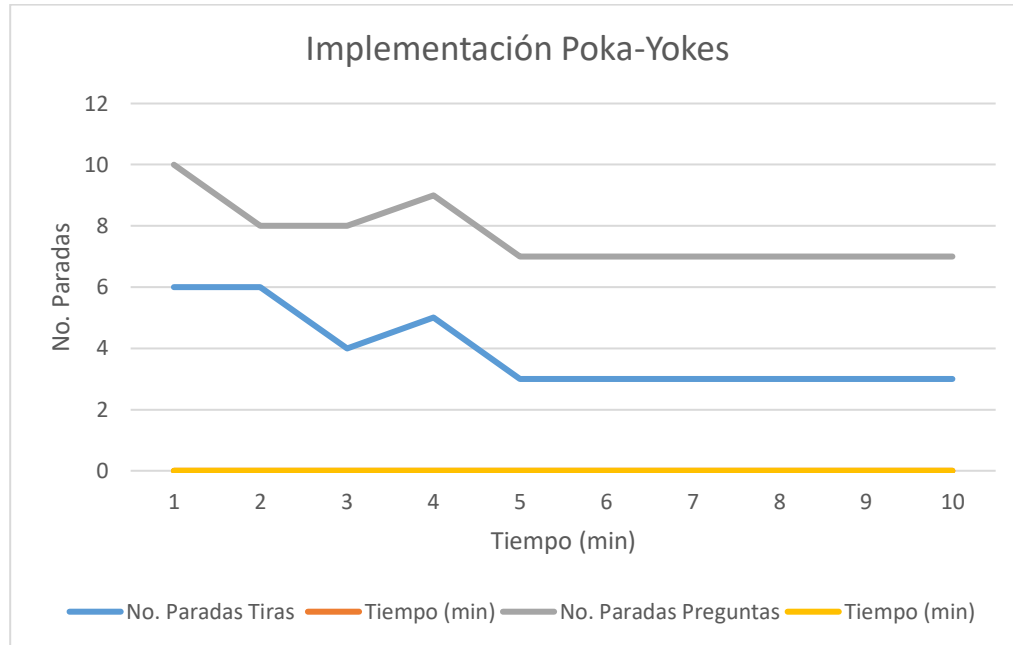
Tiempo inactivo 32 min			
No. Paradas Tiras	Tiempo (min)	No. Paradas Preguntas	Tiempo (min)
6	12 min	10	20 min
6	12 min	8	18 min
4	10 min	8	17 min
5	8 min	9	18 min
3	7 min	7	15 min
3	7 min	7	13 min
3	7 min	7	10 min
3	5 min	7	8 min
3	5 min	7	7min
3	5 min	7	7min

Nota: Medición de tiempos durante la ejecución de la implementación de los Poka-Yokes.
Elaboración Propia

En la **Tabla 30** se muestran las tomas de tiempo realizadas durante la implementación de los poka-yokes, en la que se puede visualizar la variabilidad que existió durante la adaptación de esta herramienta por lo que se muestra gráficamente.

Graficas 1.

Análisis de la implementación de Poka-Yokes



En base a la obtención de los datos y de acuerdo con la visualización de la **gráfica 1** se tiene que con la implementación de estos poka-yokes se logró reducir el tiempo inactivo de 32 minutos a 12 minutos por lo que se redujo un tiempo de 20 minutos que no agregaban valor al proceso, por otra parte, en base a los datos obtenidos en la tabla se tienen 3 paradas al momento de colocar las tiras en el almacén, se tienen 7 preguntas al cortar la madera por lo que enseguida se muestra el cálculo:

$$\text{Reducir tiempo inactivo} = \frac{12 \text{ min}}{3 \text{ paradas} + 7 \text{ preguntas}} = 1.20 \text{ minutos} \quad (17)$$

Finalmente, en base a los datos obtenidos se tiene que con la implementación de los poka-yokes en el área de maquila se tenía al inicio de la implementación de los poka-yokes un tiempo de 2 minutos por cada parada o pregunta realizada durante el proceso y en base a los resultados obtenidos actualmente se redujo a 1.20 minutos por lo que se redujo un 0.8% del tiempo inactivo en las sub-áreas de almacén de tiras y en la sub-área de corte de madera.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o salidas}}{\text{Insumos o entradas}} \quad (18)$$

Tabla 32. Cálculo de la Productividad con la implementación de Poka-Yokes

Precio Madera Se necesitan 324 tablas de 4" para la elaboración de las 28 maquilas semanales. $PM = 324 * 2.063 \text{ ft} * \\$18 = \\$12,031$	Precio de venta por unidad Cantidad de pies de madera habilitada $PVPU = 23 \text{ ft maquila} * \\$27 = \\$621 \text{ por unidad}$
Salario trabajador Precio madera habilitada= \$90 Horas trabajadas= 24.8 hrs Unidades semanales= 28 unidades $ST = 28.5 \text{ Unidades} * \\$90 \div 24.8 \text{ hrs}$ $= \\$103.4 \text{ por hr}$	Componentes CFE Mensual = \$ 3,387 ÷ 8 semanas = \$423 Diesel= \$100 semanal BANDAS = \$ 200 ÷ 6 Meses ÷ 24 semanas $= \\$1.38 \text{ pesos semanales}$ Grasa= \$ 100 semanales Comp = \$ 423 + \$100 + \$1.38 + \$ 100 $= \\$ 624.38 \text{ semanales}$

Calculo productividad semanal.

Productos

Productos semanales= 28.5 Unidades

Precio de venta= \$ 621 por unidad

$$\text{Productos} = 28.5 \text{ Unidades} * \$621 = \$17,698.5 \quad (19)$$

Insumos

Tiempo de producción= 24.8 hrs

Salario= \$103.4 por hora

Precio Madera= \$12,031

Componentes= \$624.38 semanales

$$\text{Insumos} = 24.8 \text{ hrs} * \$103.4 + \$12,031 + \$624.38 = 15,219.70 \quad (20)$$

Productividad Poka-yokes

$$\text{Productividad} = \frac{17,698.5}{15,219.70} = 1.16 \quad (21)$$

La productividad se encontraba a 1.15 con la implementación de la metodología 5's, y en base al cálculo realizado con la implementación de los poka-yokes se obtuvo como resultado 1.16 de productividad, lo que indica que la implementación de esta herramienta ayudo a aumentar el 1% de la productividad del Ropero Tocumbo.

Por último, se concluye que los poka-yokes también permitieron aumentar la productividad de la elaboración de maquila para roperos Tocumbos y con esto a su vez mencionar que esta herramienta de Lean Manufacturing ayuda a las organizaciones a tener una mejora continua en sus procesos.

4.1.3. ESTANDARIZACIÓN

En la **Gráfica 2**, se observa el tiempo real de las actividades ejercidas durante el proceso de elaboración de maquila de ropero Tocumbo, así como el tiempo estándar determinado para las mismas actividades. Por lo que se visualiza que el tiempo real se encuentra por debajo del tiempo estándar, indicando que el proceso se encuentra estandarizado de modo que estos ya no se deben de sobrepasar puesto que se ha considerado la tolerancia de posibles necesidades de los operadores durante el proceso.

Graficas 2.

Tiempo Real VS Tiempo Estándar



Posteriormente, se calcula la productividad para comprender si la estandarización del proceso permitió mejorarla.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o salidas}}{\text{Insumos o entradas}} \quad (22)$$

Tabla 33.

Cálculo de la Productividad después de la estandarización del proceso

Precio Madera Se necesitan 324 tablas de 4" para la elaboración de las 28 maquilas semanales. $PM = 324 * 2.063 \text{ ft} * \\$18 = \\$12,031$	Precio de venta por unidad Cantidad de pies de madera habilitada $PVPU = 23 \text{ ft maquila} * \\$27 = \\$621 \text{ por unidad}$
Salario trabajador Precio madera habilitada= \$90 Horas trabajadas= 24.8 hrs Unidades semanales= 28 unidades $ST = 29 \text{ Unidades} * \\$90 \div 30.24 \text{ hrs}$ $= \\$86.30 \text{ por hr}$	Componentes CFE Mensual = \$ 3,387 ÷ 8 semanas = \$423 Diesel= \$100 semanal BANDAS = \$ 200 ÷ 6 Meses ÷ 24 semanas $= \\$1.38 \text{ pesos semanales}$ Grasa= \$ 100 semanales Comp = \$ 423 + \$100 + \$1.38 + \$ 100 $= \\$ 624.38 \text{ semanales}$

Nota: Factores para el cálculo de la productividad del proceso de maquila.

Elaboración Propia

Calculo productividad semanal.

Productos

Productos semanales= 29 Unidades

Precio de venta= \$ 621 por unidad

$$\text{Productos} = 29 \text{ Unidades} * \$621 = \$18,009 \quad (23)$$

Insumos

Tiempo de producción= 30.24 hrs

Salario= \$86.30 por hora

Precio Madera= \$12,031

Componentes= \$624.38 semanales

$$\text{Insumos} = 30.24 \text{ hrs} * \$86.30 + \$12,031 + \$624.38 = 15,265.09 \quad (24)$$

Productividad Estandarización

$$\text{Productividad} = \frac{18,009}{15,265.09} = 1.17 \quad (25)$$

La productividad se encontraba a 1.16 con la implementación de Poka-yokes, por lo que en base al cálculo realizado con la implementación la estandarización de procesos se obtuvo como resultado 1.17 de productividad, lo que indica que con la implementación de esta herramienta se logró aumentar el 1% de la productividad del Ropero Tocumbo.

Finalmente, se concluye que la estandarización de proceso permitió aumentar la productividad en maquila de Roperos Tocumbos, mencionando que esta herramienta de Lean Manufacturing ayude a las organizaciones a tener una mejora continua en sus procesos.

CONCLUSIONES

La implementación de las herramientas Lean Manufacturing son vitales para las organizaciones ya que permiten mejorar los tiempos en los procesos, mejorar la productividad de los mismos, mejorar las condiciones de trabajo, reducir errores o prevenirlos, permitiendo así que las organizaciones se den cuenta donde es que se encuentran puntos de mejora para lograr ser más productivas, competitivas y de esta manera lograr permanecer en el mercado, alcanzando a generar más ingresos para el mismo bienestar de la empresa.

En cuanto a este trabajo de investigación realizado fue importante conocer las deficiencias y con ello realizar recomendaciones dentro del proceso y que estas recomendaciones realmente se vieran reflejadas en el aumento de la productividad del proceso de Roperos Tocumbos, y así mismo darle a conocer al dueño de la empresa el grado de mejoramiento que se obtuvo en el proceso de maquila en base a la implementación de las herramientas Lean Manufacturing y dándole a conocer la importancia que estas herramientas tienen en las organizaciones.

Cabe mencionar que de acuerdo a la implementación de cada herramienta ayudó de manera diferente para el aumento de la productividad teniendo que con la implementación de la metodología 5's se logró mejorar un 0.04% la productividad ya que esta se basa en mejorar las condiciones de trabajo y en mantener siempre cada cosa en su lugar a manera de evitar pérdidas de tiempo durante el proceso productivo.

Por consiguiente, la implementación de los Poka-Yokes permitió mejorar la productividad un 0.01% ya que estos fueron implementados en áreas donde existían ciertas confusiones, colocando así un poka-yoke estable y un poka-yoke preventivo y por último la estandarización del proceso de igual manera permitió mejorar un 0.01% el proceso productivo ya que permitió obtener el tiempo estándar de las actividades desempeñadas para el proceso de maquila del Roperero Tocumbo.

Finalmente, de acuerdo a la hipótesis de esta investigación se tiene que se acepta puesto que se logró aumentar la productividad en base a la implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones para el Aserradero el Cortijo:

- **Permanecer con el constante mejoramiento en sus procesos productivos:** esta recomendación se basa en mejorar todos los procesos que se realizan en dicha organización, no solamente en el área de maquila, sino también al aserrar madera y en la elaboración de tarima.
- **Tomar en cuenta los puntos de vista de sus trabajadores:** mencionarle a dueño de la empresa que si los trabajadores mencionan ciertos puntos de mejora debe de atenderlos y analizarlos ya que ellos son quienes más se relacionan con el entorno de los procesos.
- **Verificar que la mejora del proceso de la maquila aun permanezca:** el analista debe de verificar que las herramientas Lean Manufacturing deban de seguir aplicándose correctamente.
- **Continuar con la mejora continua en los procesos:** esta recomendación hace inca pie a seguir mejorando constantemente ya sea con las herramientas implementadas o con nuevas herramientas que permitan el mejoramiento y crecimiento de la organización.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldavert, J. V. (2017). *5s Para la Mejora Continua: La Base del Lean*. Olean Editorial.
- America, C. (7 de abril de 2021). *Mudas, Los 7 desperdicios + 1 [exito empresarial]*. Obtenido de Mudass, los 7 desperdicios + 1 [exito empresarial]: <https://consultoresamerica.com/7-desperdicios-lean/>.
- Ariza G., M. A. (2025). *Lean Manufacturing una Revolución: Donde Cada minuto es dinero y cada Desperdicio es una Oportunidad*. Ecoe Ediciones. .
- Beteta, L. P. (2006). El Mapeo del Flujo de Valor. Contabilidad y Negocios. *El Mapeo del Flujo de Valor. Contabilidad y Negocios*, 41-44.
- Bobadolla, E. E. (2001). *Modelo de Productividad de David Sumanth Aplicado a una Empresa del Sector de Maquinaria no Eléctrica*. Obtenido de Modelo de Productividad de David Sumanth Aplicado a una Empresa del Sector de Maquinaria no eléctrica: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/2707/3907>
- Bravo, J. A. (2023). *Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing (5s, andon y tiempo estándar) Para el Aumento de la Productividad en el Área de Producción de una Empresa Metalmeccánica*. Obtenido de Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing (5s, andon y tiempo estándar) para el Aumento de la Productividad en el Área de Producción de una empresa metalmeccánica.: Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing (5s, andon y tiempo estándar) Para el Aumento de la Productividad en el Área de Producción de una Empresa metalmeccánica.
- Calva, R. C. (29 de octubre de 2012). *Mapeo del Flujo de Informacion y Materiales*. Obtenido de Mapeo del Flujo de Informacion y Materiales: <https://eddymercado.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/05/analisis-del-mapeo-de-la-cadena-de-valor.pdf>
- Carro, R. &. (2015). *Administración de las Operaciones Productividad y Competitividad*. Argentina.
- Carro, R. (2015). *Administracion de las Operaciones Actividades de Aprendizaje* Argentina .
- Chon, E. (2019). *Estandarización de los Procesos de Producción para la Mejora de la Productividad en la Sección de Entrega de una Empresa del sector Gráfico*.
- Cota, V. C. (2008). *Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing*. McGrawHill.
- Clatrecasas Arbós, L. (2017). *Gestión Integral de la Calidad: Implantación, Control y Certificación*. Profit Editorial.
- Deming, W. (1986). *Out of the crisis*. Mit Press.
- Economico, C. (2019).
- Garcia, A. D. (2023). Técnicas del Lean Manangement para la Mejora. *Técnicas del Lean Manangement para la Mejora*, 25.
- George, K. (septiembre de 2020). *La Productividad en la Relacion entre Producción e Insumo*. Obtenido de la Productividad en la Relacion entre producción e insumo: <https://www.ingenioempresa.com/productividad/comment-page-2/#comments>
- George, M. (2010). *Guia de Lean Six Sigma Hacer Mas con Menos*. México: Dallas.
- Goldratt, E. M. (1984). *La Meta*.

- Gómez, M. F. (2014). *Lean Manufacturing en Español: Cómo Eliminar Desperdicios e Incrementar Ganancias*. Imagen.
- Hernandez, J. (2023). *5's Código de colores Estandarizado*. Obtenido de 5's Código de Colores Estandarizado: <https://es.scribd.com/document/102000247/5s-color-guide>
- Hirano, H. (1997). *5 Pilares de la Fábrica Visual*. Madrid, España: tgp-hoshin. Díaz de Santos.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A commonsense, Low-cost Approach to Management*. McGraw-Hill.
- Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. España: Gestión 2000.
- kanaway, g. (2004). *Introducción al Estudio del Trabajo*. 4a Edición. México: Limusa-Noriega.
- Liker, J. K. (2004). *Las Claves del Éxito de Toyota: 14 Principios de Gestión del Fabricante más Grande del Mundo*. Gestión 2000.
- López, B. N. (2013). *"Mapeo de la Cadena de Valor" (vsm) Como Estrategia de Reducción de Costos*.
- Lovelle, J. (2001). *Mapping the Value Stream*. lie Solutions,.
- Mecalux. (2020). *El Método Poka-Yoke Explicado en 5 Ejemplos*.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño de Trabajadores*. México: Mc Graw Hill.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. Productivity Press.
- Paciarott, I. C. (2011). *Value Stream Mapping Implementation in the Third Sector*. Springer.
- Paredes, N. A. (31 de 12 de 2017). *Implementación de Lean Manufacturing para Mejorar el Sistema de Producción en una Empresa de Metalmecánica*. Obtenido de Implementación de Lean Manufacturing para Mejorar el Sistema de Producción en una Empresa de Metalmecánica: https://core.ac.uk/outputs/323349173/?source=1&algorithmid=15&similartodoc=419735210&similartodockey=core&recsetid=c5aeb15f-5239-4782-bc46-4f8fb1fe6606&position=3&recommendation_type=same_repo&otherrecs=427410318%2c386431428%2c323349173%2c530013097%2c3685
- Prokopenko, J. (1989). *Productividad como la "Relación Numérica Resultante entre la Producción Alcanzada por un Sistema de Producción o de Servicios y los Recursos Utilizados para Obtenerla"*.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.
- Carreras, M. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para Producir Mejor*. Madrid: Díaz de Santos.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *lean manufacturing: herramientas para producir mejor*. ediciones díaz de santos.
- Réquillard, M. (2019). *cómo realizar un proyecto 5s ? : metodología paso a paso, consejos y trucos, caja de herramientas para empezar*.
- Rother, M. &. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Andd Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Rother, M., & Shook, J. (2010). *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and align People to Deliver Value*. Lean Enterprise Institute.

- Sanchez, F. G. (2024). *Lean Manufacturing: Los Siete Desperdicios Mortales y cómo Eliminarlos Eficazmente*.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection And the Poka-Yoke System*. Productivity Press.
- Slack, N. C. (2022). *Administración de Operaciones 10a ed*. Pearson Educacion.
- Socconini, I. (2019). *lean manufacturing paso a paso*. Bogotá, Colombia : Alfaomega.
- Sumanth, D. (1990). *Ingeniería y Administración de la Productividad*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Varas, A. F. (31 de diciembre de 2019). *Aplicación de las Herramientas de Lean Manufacturing para Mejorar la Productividad de la Empresa Molicentro chepén s.a.c, 2019*. obtenido de aplicación de las herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa molicentro chepén s.a.c, 2019: https://core.ac.uk/outputs/368578154/?source=1&algorithmid=15&similartodoc=419735210&similartodockey=core&recsetid=c5aeb15f-5239-4782-bc46-4f8fb1fe6606&position=5&recommendation_type=same_repo&otherrecs=427410318%2c386431428%2c323349173%2c530013097%2c3685
- Vargas, E. L. (2021). *Aplicación del Lean Manufacturing (5s y kaizen) para el Incremento de la Productividad en el Área de Producción de Adhesivos Acuosos de una Empresa Manufacturera*. Obtenido de Aplicación del lean manufacturing (5s y kaizen) para el incremento de la Productividad en el Área de Producción de Adhesivos Acuosos de una Empresa Manufacturera.: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1810-99932021000200249
- Vendan, S. Y. (2010). *Reduction of Wastages in Motor Manufacturing Industry*. McGrawHill.
- Womack, J. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation (Rev. Ed.)*. Free Press.
- Womack, J. P. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create wealth in your Corporation* . McGraw-Hill.