

		<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>	<b>FECHA</b>	03/04/2017
		<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): SANTIAGO APELLIDOS: FARFÁN ANDRADE

NOMBRE(S): ALEX ISAAC APELLIDOS: ESTEBAN LASSO

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): FABIAN YESID APELLIDOS: DÁVILA LÓPEZ

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA DIFAR MUEBLES EN CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

PALABRAS CLAVES: LEAN MANUFACTURAN,

5S, POKA YOKA, JIT.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 113 PLANOS: 0  
 ILUSTRACIONES: 15 CD ROOM: 0

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LOS  
PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA DIFAR MUEBLES EN CÚCUTA, NORTE  
DE SANTANDER

SANTIAGO FARFÁN ANDRADE

ALEX ISAAC ESTEBAN LASSO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULASANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LOS  
PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA DIFAR MUEBLES EN CÚCUTA, NORTE  
DE SANTANDER

SANTIAGO FARFÁN ANDRADE

ALEX ISAAC ESTEBAN LASSO

Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Industrial

FABIAN YESID DÁVILA LÓPEZ

Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULASANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 28 de agosto, 2023  
**HORA:** 11:00 a.m.  
**LUGAR:** Edificio Fundadores Salón 210  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA INDUSTRIAL

**TÍTULO DE LA TESIS:** “PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA DIFAR MUEBLES EN CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER.”

**JURADOS:** PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO  
ALVARO JUNIOR CAICEDO ROLÓN

**DIRECTOR:** FABIAN YESID DAVILA LÓPEZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
SANTIAGO FARFÁN ANDRADE	1192608	cuatro, dos	4,2

**APROBADA**

  
PEDRO ANTONIO GÁRZÓN AGUDELO  ALVARO JUNIOR CAICEDO ROLÓN

  
Vo.Bo **PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO**  
Coordinador Plan de Estudios  
Ingeniería Industrial  
*Magda M.*

## Contenido

	Pág.
Introducción	12
1 Problema	14
1.1 Título	14
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Formulación del problema	15
1.4 Justificación	15
1.4.1A nivel empresa.	15
1.4.2A nivel estudiante.	16
1.5 Objetivos	16
1.5.1Objetivo general.	16
1.5.2Objetivos específicos.	16
1.6 Alcances y limitaciones	17
1.6.1Alcances.	17
1.6.2Limitaciones.	17
2 Marco referencial	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Marco contextual.	21
2.2.1Descripción de la empresa.	21
2.2.2Descripción de procesos.	22
2.2.3Maquinaria y Equipos.	23
2.2.4Misión.	24

2.2.5	Visión.	25
2.3	Marco teórico	25
2.3.1	Lean manufacturing y manufactura esbelta.	25
2.3.1.1	Principios del lean manufacturing.	26
2.3.1.2	Beneficios de la metodología.	27
2.3.1.3	Herramientas lean manufacturing.	27
2.3.1.3.1	Las 5 ´s.	27
2.3.1.3.2	SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambios rápidos).	29
2.3.1.3.3	TPM (Mantenimiento Total Productivo, Total Productive Maintenance).	30
2.3.1.3.4	VSM (Value Stream Mapping).	31
2.3.1.3.5	Justo a tiempo (JIT).	33
2.3.1.4	Herramientas de control y seguimiento.	34
2.3.1.4.1	Control visual.	34
2.3.1.4.2	OEE.	35
2.3.1.4.3	Cálculo del OEE.	36
2.4	Marco conceptual	36
2.5	Marco legal	37
3	Diseño metodológico	39
3.1	Tipo de Investigación	39
3.2	Población y muestra	39
3.2.1	Población.	39

3.2.2Muestra.	40
3.2.3Instrumentos para la recolección de la información.	40
3.2.3.1 Fuentes primarias.	40
3.2.3.2 Fuentes Secundarias.	41
3.3 Análisis de la información	41
4 Proponer un sistema de mejora del área logística de la empresa DIFAR muebles, mediante la aplicación de Herramientas de la metodología Lean Manufacturing.	42
4.1 Realizar un diagnóstico del estado actual del proceso en el área de producción mediante la aplicación de una lista de chequeo y entrevista con el encargado del área.	42
4.1.1Lista de chequeo diagnóstico.	42
4.1.2Entrevista Diagnostico.	47
4.1.3Descripción del proceso productivo.	52
4.1.4Diagrama VSM para la elaboración de muebles.	54
4.2Proponer acciones y herramientas de mejora adecuadas de la filosofía lean al proceso de producción en la organización.	58
4.2.1Herramientas Lean Manufacturing en la operación de Recepción de pedidos.	61
4.2.1.1 Herramienta de las 5S.	61
4.2.1.2 Herramienta Kanban.	61
4.2.2Heramienta de Lean Manufacturing en la operación de planificación y diseño.	63
4.2.3Herramienta de Lean Manufacturing en la operación de adquisición de materiales.	65
4.2.3.1 Just-in-Time (JIT).	66
4.2.3.2 5S.	67

4.2.4 Herramientas Lean Línea de producción (Operaciones: Corte, armado, acabado, empaque y despacho).	68
4.2.4.1 5S.	68
4.2.5 Poka Yoke. Implementar mecanismos de Poka Yoke para evitar errores y defectos en la línea de producción de muebles	72
4.2.6 Heijunka.	75
4.2.6.1 Planeación agregada.	87
4.2.6.2 MPS (Master Production Schedule).	92
4.2.6.3 MRP (Material Requirements Planning).	93
4.2.6.4 la clasificación por niveles del BOM (Bill of Materials) de la lista de materiales para la elaboración de un sillón doble	93
4.2.7 Poka Yoke.	101
4.3 Establecer indicadores que permitan evaluar la evolución continua del proceso para validar la mejora con el presente proyecto.	102
5 Conclusiones	108
6 Recomendaciones	110
7 Bibliografía	111

## Lista de Figuras

	Pàg.
Figura 1. Logo de la empresa	22
Figura 2. Resultados promedio lista chequeo	46
Figura 3. Diagrama VSM elaboración de mueble DIFAR	56
Figura 4. Tarjeta kanban propuesta	62
Figura 5. Área de diseño sin inclusión de las 5s.	64
Figura 6. Área de diseño con inclusión de las 5s.	65
Figura 7. Tarjeta kanban propuesta	70
Figura 8. Sistema kanban área de producción	71
Figura 9. Comportamiento demanda difar muebles	80
Figura 10. Diagrama de cajas y bigotes	81
Figura 11. Comportamiento demanda ajustado DIFAR muebles	82
Figura 12. Ajuste pronostico con la demanda	85
Figura 13. Modelo y componentes mueble mt02	93
Figura 14. Diagrama boom de materiales	94
Figura 15. Variables independientes y dependientes de calculo	105

## Lista de tablas

	Pàg.
Tabla 1. Maquinaria línea de producción	23
Tabla 2. Principios de aplicación de la metodología lean manufacturing	26
Tabla 3. Símbolos de la metodología VSM.	32
Tabla 4. Cálculo del OEE.	36
Tabla 5. Distribución y ocupación de la organización	39
Tabla 6. Criterios de calificación diagnóstico inicial	43
Tabla 7. Criterios de calificación diagnóstico inicial	43
Tabla 8. Resumen lista de chequeo	45
Tabla 9. Tiempos por actividad del proceso productivo 1 pieza	53
Tabla 10. Uso de herramientas lean	59
Tabla 11. Herramienta de las 5s generalizada en todos los procesos	60
Tabla 12. Tablero kanban propuesta	62
Tabla 13. Mejora línea de producción uso de herramienta 5s.	69
Tabla 14. Tablero kanban propuesto	70
Tabla 15. Dispositivos propuestos para la reducción de errores en la línea de producción.	72
Tabla 16. Controles de calidad propuestos por operación.	73
Tabla 17. Ventas históricas difar muebles año 2021 a 2023	76
Tabla 18. Resumen ventas históricas difar muebles año 2021 a 2023	79
Tabla 19. Pronostico calculado suavizamiento exponencial triple	84
Tabla 20. Pronostico calculado suavizamiento exponencial aminorado	87

Tabla 21. Plan agregado 1 difar muebles 2 semestre de 2023	88
Tabla 22. Plan agregado 2 difar muebles 2 semestre de 2023	89
Tabla 23. Plan agregado 3 difar muebles 2 semestre de 2023	91
Tabla 24. Mps propuesto difar muebles	92
Tabla 25. Boom de materiales	93
Tabla 26. Registro de inventarios	95
Tabla 27. Plan de requerimiento de materiales junio 2023 sillón mt02	96
Tabla 28. Ejemplo kanban de abastecimiento	100
Tabla 29. Ejemplo kanban de producción	101
Tabla 30. Fórmulas de cálculo indicadores	104

## Introducción

En la actualidad, la productividad se convierte en un asunto muy relevante, estableciéndose como un área primordial de análisis. En los últimos años su perspectiva ha evolucionado continuamente, teniendo en cuenta desde la distribución como variable común del sistema de mercados de la empresa, hasta transformarse en una herramienta principal de la economía local y global (Cáceda, 2019).

La prosperidad de una amplia variedad de organizaciones en cualquier sector no depende únicamente de las ventas masivas o el volumen que permita reducir los precios de los productos. En cambio, está supeditada a qué tan satisfechos se sientan los clientes en relación con la calidad de los productos, los tiempos de entrega, la flexibilidad comercial y la veracidad de la información proporcionada. Estos aspectos son considerados por los usuarios o clientes como el valor agregado del producto. Es importante tener en cuenta el interés de adaptarse a los cambios que la industria impone a las organizaciones, así como participar de manera eficiente en el mercado.

Hace muchos años los japoneses dieron tratamiento al significado de manufactura esbelta, que consiste en potenciar con habilidad, perfeccionar y aumentar las opciones posibles de mejora encontradas en los procesos. El fin concreto del lean manufacturing consiste en construir un sistema de producción sin desperdicios y que según la metodología lean se identifican de acuerdo a su naturaleza: de tiempo, de transporte, de material, de espacio y recursos humanos; con el fin mitigar estos residuos o “mudas”, como se denomina.

La empresa DIFAR muebles se ubica en el departamento de Norte de Santander. Su propuesta de negocio es la fabricación y comercialización de mobiliario para el hogar de todos los estilos, en especial comedores de alta calidad, elaborados a base de madera de urapo o roble,

después le siguen otros tipos de materiales tales como, espuma para rellenos, pintura y telas.

La durabilidad de estos muebles está directamente relacionada con su cuidado y uso. Si se les brinda un buen mantenimiento, pueden tener una vida útil prolongada, pero si no se les trata adecuadamente, su vida útil será corta. La organización, cuenta con diversas áreas operativas que desempeñan un papel crucial en el proceso. Entre ellas se encuentran los puntos de transformación, las guías de trabajo, las herramientas y las máquinas. Durante el análisis de estas áreas, se identificó una restricción especialmente relevante que se evidencia en el área logística al comienzo y al final del proceso.

Esta área opera de la siguiente forma, en la etapa inicial, se almacenan y verifican los materiales necesarios para el corte de la madera, que es una actividad de gran importancia. De la calidad de este proceso depende el diseño y la seguridad del producto final. Por otro lado, al finalizar el proceso de transformación de los materiales en el producto final, es necesario almacenarlos adecuadamente mientras esperan ser despachados al cliente final.

Con base a lo anterior, el presente proyecto plantea el diagnóstico y análisis de una posible y viable aplicación de herramientas de Lean manufacturing en la línea de proceso de fabricación de muebles, estableciendo así posibles estrategias adecuadas para optimizar el proceso logístico.

## **1 Problema**

### **1.1 Título**

Propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos productivo de la empresa DIFAR muebles en Cúcuta, Norte de Santander.

### **1.2 Planteamiento del problema**

Toda organización perteneciente a cualquiera de los sectores productivos requiere de aprovisionamiento de materiales, para llevar a cabo sus actividades de producción o venta; por consiguiente, la existencia de inventarios (Rosado, 2019). Desde esta perspectiva es de alta importancia comprender de qué manera se visualiza el concepto de logística y producción para poder integrar de manera eficiente cualquier organización, sin importar su tamaño o sector económico, desde lo particular hasta lo específico, debido al papel tan importante que juega hoy en día en las organizaciones

Siendo así (Fontalvo Herrera, Efraín De La Hoz, & Adel Mendoza, 2019) señalan que durante un largo tiempo la definición de productividad se reducía sólo a el desarrollo de tareas operativas en la organización, es decir, los propietarios de las empresas determinaban que los tratamientos de producción eran necesarios simplemente por el hecho de que por medio de estos procesos se distribuían los productos al cliente desde los sitios de fabricación. Entonces, es así como hoy en día se habla de una producción eficiente que incluyen desde el abastecimiento y actualización de inventarios hasta el transporte del producto terminado.

Sin embargo, la logística y producción de una empresa no solo interviene en el rendimiento de las organizaciones, sino también en los costos, es por eso que (Estrada Mejía, Restrepo de Ocampo, & Ballesteros Silva, 2010) establecen que quizá “el costo más alto de inversión al productos es el de producción y logística que incluyen elementos como: Costos de

transporte de materia prima, costos de transporte de producto terminado, costo de procesamiento del pedido, costos de administración” y en general todos los egresos que intervienen en el producción y distribución del producto.

Teniendo en cuenta cada aspecto mencionado anteriormente es evidente la necesidad del control de producción y distribución del producto. Debido a la falta de gestión en estas áreas de la empresa se disminuye el nivel de productividad y crecimiento de la empresa. También involucra, entre otras variables la difícil toma de decisiones a la hora de controlar la producción. Afectando la llegada de insumos a tiempo, el cumplimiento efectivo con los clientes y tiempos muertos por falta de materia prima; Concluyendo concretamente en la pérdida de beneficios económicos por falta de organización y control que se vería reflejado en la disminución de compras y clientes por el mismo fenómeno organizacional.

A través de la aplicación de herramientas lean Six sigma, se pretendió lograr el mínimo de defectos en la recepción de materias primas. Igualmente conocer, evidenciar e identificar estrategias de mejora y alternativas para incrementar los ingresos y el cumplimiento efectivo de entrega al consumidor final.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo los usos de herramientas lean manufacturing, pueden contribuir a potenciar los procesos de producción de una organización de la industria maderera?

### **1.4 Justificación**

**1.4.1 A nivel empresa.** La implementación de herramientas y metodologías de la Manufactura Esbelta, permitió a la empresa optimizar el proceso de producción y distribución, reduciendo los defectos y controlando los desperdicios, lo que resultó en un aumento en la eficiencia y la calidad del producto. Este proyecto tuvo como objetivo demostrar por qué es

necesario utilizar la Manufactura Esbelta y proponer herramientas y metodologías para implementar en el área de producción de la empresa DIFAR muebles, con el fin de mejorar cada etapa del proceso y potenciar el producto final.

**1.4.2 A nivel estudiante.** Tomando en cuenta este tipo de propuestas de aplicación, los alumnos de la facultad ingeniería industrial, podrán desarrollar herramientas técnicas organizativas, esenciales para el manejo de almacenaje de las empresas en general, lo cual las impulsa a ser más competitivas y organizadas en el momento de establecer los objetivos de operación y toma de decisiones en tiempo real. Se aplican conocimientos básicos de áreas de calidad, control operacional, análisis de datos, mediante las cuales el estudiante dará respuesta a los requerimientos de la organización y estará en la posición de analizar datos que a juicio conlleven a soluciones de problemáticas reales en el sector empresarial de la ciudad.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general.**

Proponer un sistema de mejora del área productiva de la empresa DIFAR muebles, mediante la aplicación de Herramientas de la metodología Lean manufacturing.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

Realizar un diagnóstico del estado actual del proceso en el área productiva mediante la aplicación de una lista de chequeo y entrevista con el encargado del área.

Proponer acciones y herramientas de mejora adecuadas de la filosofía lean, que se adecuen al proceso productivo en la organización.

Establecer indicadores que permitan evaluar la evolución continua del proceso para validar la mejora con el presente proyecto.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

### **1.6.1 Alcances.**

El alcance del proyecto comienza a través del diagnóstico del proceso productivo actual en estudio y sus condiciones necesarias para la aplicación de la metodología lean en organización, seguido se realizó una identificación en oportunidades de mejora en el proceso de producción de producto en proceso (PP) y producto terminado (PT) que permita la selección adecuada de herramientas de esta filosofía de producción que puedan ser aplicadas en el proceso en DIFAR muebles S.A.S y por ultimo proponer indicadores de control y verificación para el correcto funcionamiento de su implementación.

### **1.6.2 Limitaciones.**

La mayor limitación se originó por parte de la disponibilidad de tiempo de los trabajadores a la hora de realizar el diagnóstico del proceso y el acceso a la información que estos puedan suministrar para el análisis, sumándole a esto el desconocimiento que algunos colaboradores puedan tener en relación a este tipo de investigación.

## 2 Marco referencial

### 2.1 Antecedentes

Lopez, J; (2018). *Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en el proceso productivo de una empresa del sector del juguete*. Trabajo de grado Maestría en ingeniería de organización y logística. Repositorio Universitat Politecnica de Valencia. Valencia-España.

El presente documento versa sobre el trabajo final de máster el cual trata sobre la “Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en el proceso productivo de una empresa del sector del juguete”. El objetivo de este trabajo es analizar los problemas que se han podido detectar actualmente en el proceso de fabricación de la empresa y, a partir de estos, poder desarrollar diferentes técnicas o herramientas que puedan dar solución a dichos problemas.

Para ello, se procede a analizar la situación actual de la empresa, destacando la aplicación de diferentes técnicas y herramientas Lean que están implantadas, o en proceso de implantación, en las diferentes áreas del proceso productivo. Además, se abordan los principales problemas encontrados en dicho proceso y sobre los cuales se van a aplicar las mencionadas soluciones Lean Manufacturing.

Una vez conocida la situación actual, se procede a desarrollar cada una de las herramientas, entre las que se encuentran las siguientes: la estandarización de la documentación del área de máquinas; la realización de un proyecto para solucionar el problema de faltante de piezas en el área de montaje; la creación de talleres de calidad para formar a los operarios de producción respecto al uso de la documentación utilizada en el proceso productivo y la forma en la que deben controlar la calidad en su trabajo; la realización de planes de acción para dar solución a la aparición de piezas rechazadas en el área de montaje por mala calidad de las mismas y; por último, la implantación de la técnica de las 5's en las áreas de montaje y

reparaciones.

Hernandez, Ivan, & Chacon, (2017). *Aplicación De Lean Manufacturing En El Diseño De Una Mejora Tecnológica En Una Microempresa*. Revista de Gestión de la Innovación para la competitividad. Ciudad de México

El objetivo de este trabajo es lograr un proceso más eficiente definiendo puntos de mejora tecnológica e innovación en la producción de dulces típicos para incrementar la productividad. Lean Manufacturing es una técnica importante de mejora empresarial que tuvo origen en el modelo de producción Toyota aunada a la filosofía Kaizen de mejora continua, cambia paradigmas en las empresas creando un sistema que permite su crecimiento mediante la aplicación de herramientas lean.

En el desarrollo del trabajo se aplicaron los eventos Kaizen en una microempresa de dulces típicos mexicanos donde se detectaron varios puntos de mejora en el proceso de producción de obleas. Implementando las herramientas de mejora Lean se propone un proceso más eficiente y productivo a través de la reducción de actividades que no agregan valor al producto. Los resultados fueron la definición de dos mejoras tecnológicas: 1) un proceso mejorado a través del diseño de una máquina semiautomática que elabora obleas empleando principios Lean y aplicando conocimientos de ingeniería mecánica, electrónica, termodinámica y programación; 2) aumento de la productividad aplicando la mejora continua y disminuyendo en gran proporción el desperdicio, esfuerzo y tiempo de elaboración.

Wilches, M, et al;(2017). *Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina*. Artículo de investigación. Revista Dimensiones empresariales Vol. 11, Núm. 1, pp 126-136. Barranquilla-Colombia.

En este artículo, resultado de una investigación aplicada, se muestra el análisis y mejoramiento de la cadena de valor una línea de producción de sillas para oficina. Primero se presentan los desperdicios identificados en la cadena de valor, luego se determinan las herramientas de manufactura esbelta más apropiadas para su eliminación y finalmente se hace un análisis costo-beneficio para la implementación de las herramientas propuestas.

Determina las acciones y resultados de la aplicación de las herramientas lean. El presente trabajo brindo sistemáticamente la estructura de elaboración y aplicación de la metodología, demostrando las ventajas y mejoras de las empresas al aplicar esta.

Rodríguez & Bernal;(2017). *Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.* Trabajo de grado ingeniería industrial. Repositorio Universidad de la Salle. Bogotá- Colombia.

La empresa HLF Romero SAS, dedicada a la laminación y procesamiento de hierro, busca mejorar sus procesos en el área de recepción y despacho. Mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing como KAIZEN, 5S, SMED y VSM, lograron reducir los desperdicios de tiempo de espera y movimientos en un porcentaje significativo. En el área de recepción, se obtuvo una reducción del 20% en el tiempo de espera y del 7,2% en movimientos, mientras que en el área de despacho se logró una reducción del 23,6% y 37,2% respectivamente. Estos resultados se reflejaron en los diagramas de recorrido y en el VSM actual, donde se observó una disminución del tiempo de ciclo de 52,8 minutos.

La investigación se dividió en tres fases: diagnóstico y análisis, establecimiento de estrategias y herramientas Lean, y evaluación del impacto de la implementación. Durante la primera fase, se identificaron los principales desperdicios en las áreas de recepción y despacho de la empresa. Luego, se implementaron las herramientas Lean para reducir los desperdicios de

tiempo de espera y movimientos en estas áreas. Por último, se evaluó el impacto de la implementación, demostrando las mejoras obtenidas gracias a la aplicación de las herramientas mencionadas.

Sanchez,P & Jacome,N; (2022). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Del Ben S.A.S de la ciudad de Cúcuta*. Trabajo de grado ingeniería industrial. Repositorio universidad libre. Cucuta-Colombia.

Entre los principales resultados esperados a partir de las bases teóricas junto con el planteamiento de los instrumentos y técnicas a utilizar dentro de las fases del proyecto, se concluye que estos son de vital importancia ya que dan estructuración, sistematización y optimización al trabajo, siendo pertinentes para realizar un diagnóstico que evalúe el estado actual del proceso productivo Del Ben S.A.S y así identificar puntos clave para su mejoramiento a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, dando soluciones a las problemáticas que hayan sido identificadas y generando efectos positivos en la organización que se vean reflejados en la mejora de la productividad, calidad, eficiencia y funcionamiento óptimo que den una mayor satisfacción al cliente, posicionando así, a Del Ben S.A.S como una empresa con alta competitividad en la región.

## **2.2 Marco contextual.**

**2.2.1 Descripción de la empresa.** DIFAR muebles se caracteriza por ser una empresa sólida, dedicada a la fabricación y comercialización de muebles para el hogar, creada desde hace más de 20 años con la fabricación del mueble en crudo y desde el año 2008 la fabricación del mueble terminado, que busca los más altos niveles de satisfacción de nuestros clientes, a través de la fabricación de muebles para el hogar que cumplen los más exigentes requerimientos de calidad, ya que son elaborados con participación de talento humano con gran preparación para su

labor, el cual trabaja con materiales de excelente calidad.

Esta siempre a la vanguardia de evolución del mercado a través del diseño y elaboración de productos modernos y funcionales que buscan dar respuesta a las necesidades y gustos de los clientes más exigentes. Creciendo y desarrollándonos en el mercado local, nacional y venezolano.

**Figura 1. Logo de la empresa**



Fuente: DIFAR muebles

### **2.2.2 Descripción de procesos.** Como se describen a continuación.

**Diseño y planificación:** En esta etapa inicial, se realiza el diseño del mueble teniendo en cuenta aspectos estéticos, funcionales y ergonómicos. Se definen las dimensiones, materiales, acabados y detalles específicos del mueble.

**Selección de materiales:** Se eligen los materiales adecuados para la fabricación del mueble, como madera, metal, plástico, vidrio, entre otros. La elección de los materiales dependerá del diseño, la funcionalidad y el estilo del mueble.

**Corte y conformado de materiales:** En esta fase, se cortan los materiales según las medidas y formas especificadas en el diseño. Se utilizan herramientas como sierras, máquinas de corte láser, routers, entre otras, para dar forma a las diferentes partes del mueble.

**Ensamblaje:** Una vez que las piezas individuales están preparadas, se procede al

ensamblaje. Esto implica unir las diferentes partes del mueble utilizando técnicas como tornillos, clavos, encolado, ensamblajes de caja y otros métodos de unión.

**Acabado:** Después del ensamblaje, se lleva a cabo el proceso de acabado, que incluye lijar, aplicar productos de protección como barnices o lacas, pintar o teñir la madera, y agregar detalles decorativos como molduras o tallados.

**Control de calidad:** En esta etapa, se realiza una inspección minuciosa del mueble para verificar que cumpla con los estándares de calidad establecidos. Se comprueba la estabilidad, la resistencia, la funcionalidad y la estética del mueble.

**Embalaje y distribución:** Una vez que el mueble ha pasado el control de calidad, se procede al embalaje adecuado para protegerlo durante el transporte. Luego, se distribuye a los puntos de venta o se realiza la entrega directa al cliente.

**Logística:** La logística proporciona una funcionalidad integrada para planificar y gestionar producción y venta para la empresa DIFAR MUEBLES, dedicada a la elaboración de todo tipo de mueble en madera. A continuación, se especificará cada uno de los aspectos donde influye la logística.

**2.2.3 Maquinaria y Equipos.** Para la preparación de las bases requeridas en la elaboración de DIFAR MUEBLES se requiere de ciertos equipos como.

**Tabla 1. Maquinaria línea de producción**

Nombre	Imagen
Sierra pequeña	

Radial para cortes pequeños	
Maquina sinfín para rodear el material	
Planeadora para pedazos de material grandes	
Canteador para pedazos de madera pequeños	
Lijadora Plana	
Lijadora redonda	
Compresor	

Fuente: Elaboración propia

#### **2.2.4 Misión.**

Mejorar la calidad de vida de nuestros clientes, facilitándoles los mejores momentos en casa, por medio de la completa satisfacción de sus necesidades de amueblado, decoración,

equipamiento de sus espacios, manteniendo la mejor relación calidad-precio en productos exclusivos que a la vista valgan más de lo que cuestan. Para lograr lo anterior, hay apoyo en un equipo de colaboradores altamente comprometido, y contaremos con el compromiso total de un selecto grupo de proveedores confiables, que en una relación ganar-ganar, sean nuestros aliados para enfrentar juntos al mercado y hacer de cada uno de nuestros clientes un amigo más de nuestra empresa.

### **2.2.5 Visión.**

Ser uno de los líderes internacionales de la industria del amueblado, decoración y equipamiento de espacios, manteniendo un crecimiento continuo y rentable en todas nuestras marcas y unidades de negocio.

## **2.3 Marco teórico**

En la actualidad los sistemas de producción son tan importantes como cualquier otra parte del proceso de producción, donde se implementan sistemas y herramientas que nos impulsen, ayuden a controlar y manejar correctamente los inventarios. El desarrollo de este proyecto se realizará mediante las investigaciones más recientes y relevantes acerca del tema, con el fin de identificar qué tan viable es lo que se propone.

**2.3.1 Lean manufacturing y manufactura esbelta.** El concepto Lean fue apropiado por un equipo de investigación del Massachusetts Institute of Technology para estudiar a nivel mundial los procedimientos de manufactura de las organizaciones de la industria automotriz. (María Jimena Wilches, Juan Carlos Cabarcas, Jorge, & Rubiela, 2014) Seguido a esto se implementa por primera vez en la compañía Toyota, donde ágilmente variedad de empresas clonaron el método de manufactura esbelta, determinando que este método sin duda genera muy buenos resultados.

Lean es un conjunto de herramientas o técnicas que se determinan que son utilizadas para optimizar procesos operacionales de cualquier compañía, sin interés en su tamaño o volumen, donde tiene como único objetivo reducir al máximo los desperdicios de los procesos.

**2.3.1.1 Principios del lean manufacturing.** Es necesario mencionar que la Manufactura Esbelta está apoyada en cinco principios fundamentales: Determinar y definir la cadena de valor del producto; Establecer s flujo de valor desde la materia prima hasta el consumidor; moldear las acciones de la empresa con los flujos de valor; permitir que las necesidades y expectativas del cliente sean primero; por último, buscar la perfección.

Por último, es imperativo saber que para el cliente las tareas que agregan valor al producto son aquellas por las que está dispuesto a pagar; se identifican generalmente porque son las operaciones que lo transforman en su forma física o integran el servicio. Dentro de las actividades que no agregan valor se tienen los re-procesos al producto, los tiempos de espera y las inspecciones, la producción, las demoras, también denominadas mudas. (María Jimena Wilches, Juan Carlos Cabarcas, Jorge, & Rubiela, 2014)

Así que, muda es el detrimento o residuo, concretamente, son las tareas humanas que consuman materia prima o energética que no cree valor. Así pues, desperdicio en este contexto es toda utilización inadecuada de materiales, recursos y posibilidades de las organizaciones. Las mudas se dividen en: sobre- producción, inventario, talento humano, productos defectuosos, movimientos, reprocesamiento y espera.

**Tabla 2. Principios de aplicación de la metodología lean manufacturing**

Principios		Descripción
1	Definir valor	Este paso supone un cambio en el enfoque de la organización hacia un punto de vista centrado en el cliente.

2	Identificar cadenas de valor	Son todas las acciones específicas requeridas para pasar un producto concreto desde su concepción hasta su entrega final, es decir, todos los pasos concretos necesarios
3	Flujo	Hacer que las cadenas de valor funcionen en flujo continuo mediante herramientas lógicas.
4	Pull	Aplicación de herramientas apropiadas según el análisis con el fin de reducir costos, inventario de materia prima, partes de ensamblaje y productos finales.
5	Perfección	Hallar la definición de valor por parte del cliente, cadenas de valor, flujo donde se pueda y donde no implementar pull. Repetir este ciclo de forma indefinida

Fuente: (Cadavid, 2013, pág. 3 & 4)

**2.3.1.2 Beneficios de la metodología.** El término de Lean Manufacturing implementa un grupo de herramientas que nos ayudan a controlar los procesos: 5s, SMED, Kanban, Kaizen, justo a tiempo, jidoka, poka yoke, takt time, TPM, VSM, Heijunka. Una por una tiene su metodología de aplicación. Según (Padilla, 2010) estas técnicas se están implementando para la optimización operacional de todo un proceso, no solo inventarios, para determinar tiempos de reacción más cortos, atención, servicio al cliente, mejor calidad y minimizar costos, dado que, al disminuir los desperdicios, se incrementa la productividad.

Por último, según el artículo de investigación de (María Jimena Wilches, Juan Carlos Cabarcas, Jorge, & Rubiela, 2014) reconocen que la metodología Lean manufacturig es sencilla, viable y eficiente, tanto técnica como económicamente, otra razón por la cual ahondar más sobre el tema y realizar este proyecto.

**2.3.1.3 Herramientas lean manufacturing.** Como se evidencia a continuación.

**2.3.1.3.1 Las 5 s.** El proceso 5s, se trata de mejorar el ambiente de trabajo. El objetivo clave de esta herramienta consiste en tener un lugar de trabajo organizado y limpio, esto facilita la identificación de anomalías y desperdicios, además una mejor organización garantiza que los ambientes de trabajo y producción se mantengan estables cada S del proceso denota una etapa

o una progresión en la implementación veamos etapa en detalle:

**Seiri.** El primer paso del proceso 5 s es separar, clasificar. La separación es retener solo lo que es necesario para agregar valor a los clientes y eliminar todo lo que no lo es.

Sin embargo, para esto existe un procedimiento, examinemos el de etiqueta roja:

El cual se refiere a una de las tareas más importantes de la etapa separar clasificar una vez que sea examinado todos los elementos del área de trabajo se colocan etiquetas rojas en los elementos innecesarios en el área. Las etiquetas rojas clasifican los elementos no deseados en el lugar de trabajo y especifican las acciones que necesitan tomarse. Todas estas se registran en una hoja de registro y se les da un plazo máximo de 48 horas a los usuarios para desechar o mover los elementos identificados a una ubicación de producción.

**Seiton.** La segunda etapa del proceso 5 s es ordenar: en esta etapa todos los elementos necesarios se organizan y se ubican para dar respuestas a qué, dónde y cuántos. El ordenar conlleva a tener un espacio para cada insumo y cada uno en su lugar.

**Seiso.** La tercera etapa del proceso 5 s es sobresalir o limpiar la etapa sobresalir o limpiar comprende las actividades habituales de limpieza para mantener un entorno saludable para las máquinas y los seres humanos además mejora la inspección visual que es una parte crucial del mantenimiento preventivo.

**Seiketsu.** La cuarta etapa del proceso 5 s es estandarizar. Incorporar las prácticas de las primeras 3 etapas al trabajo diario, todos deben saber de qué cosas son responsables y por qué, cuándo, dónde y cómo realizar sus responsabilidades.

**Shitsuke.** La quinta y última etapa del proceso 5 s es mantener, sistematizar es importante. Aplicar el proceso en toda la planta. esto garantiza que los beneficios de todas las etapas del proceso 5 s se sostengan por más tiempo. ¿Están todos comprometidos a lograr altos

estándares de ordenamiento limpieza

2.3.1.3.2 *SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambios rápidos)*. Un cambio rápido es simplemente la cantidad de tiempo necesario para cambiar una pieza de equipo desde el término de la producción de la última pieza buena de un lote, hasta la entrega de la primera pieza buena del próximo lote de producción, y, si se habla de un servicio en un hospital u oficina o en cualquier otro entorno que no sea de producción simplemente reemplazan las palabras última buena pieza con última buena unidad de un tipo de trabajo.

Una de las mejores maneras de ejemplificar el cambio rápido es observar a un equipo de boxes operar en una carrera de Fórmula 1 o NASCAR donde la capacidad de volver a poner el auto en la pista lo más rápido posible puede significar la diferencia entre ganar y perder y lo mismo ocurre con los fabricantes de cualquier producto o servicio también deben poder poner en marcha sus equipos o procesos de valor agregado lo más rápido posible.

*Smed* es un sistema enfocado en reducir drásticamente el tiempo que lleva realizar cambios o ajustes. Fue desarrollado en la década de 1950 por Shingeo Shingo, quien trabajaba para Toyota motor Company como consultor. Toyota necesitaba reducir el inventario de estampados automotrices y comenzó a buscar formas de realizar cambios de manera más eficiente y resultó que el señor Shingo pudo colaborar con los ingenieros de Toyota en un método que redujo un cambio de cuatro horas en una prensa de 1000 t a menos de 3 minutos.

El enfoque principal del cambio rápido *Smed* definitivamente no es gastar dinero en herramientas especiales o equipos costoso.

**Beneficios.** El primer beneficio y tal vez el más obvio del cambio rápido es su impacto en el tiempo de entrega o Lead time. Seguido a este el aumento de tiempo de valor agregado,

aumento de velocidad, la reducción en niveles de inventarios, mejorar los tiempos de entrega del producto, disminución de costos de transporte y mayor flujo de efectivo.

El proceso *SMED*, consiste en 8 pasos claves para su aplicación efectiva:

1. Establecer el tiempo actual del cambio.
2. Identificar actividades que se llevan a cabo.
3. Identificar tareas que pueden ser eliminadas
4. Diferir entre actividades Internas y Externas.
5. Mitigar las actividades innecesarias.
6. Hacer externas todas las actividades posibles.
7. Optimizar las actividades internas y externas
8. Establezca el nuevo tiempo de cambio

Es relevante para tener presente que es el tiempo de cambio, debido a que actualmente muchas organizaciones miden el tiempo de forma equivocada. Tiempo de Cambio es: El tiempo entre la última parte buena de la primera orden hasta la primera sección buena de la nueva orden. Es por esto que a la hora de desarrollar esta herramienta se deben identificar detalladamente los pasos que se llevan a cabo a la hora de realizar este cambio, evidenciándolos de forma gráfica y escrita para seguido a esto también relacionar de forma concisa las actividades internas y externas involucradas en el proceso en análisis.

#### *2.3.1.3.3 TPM (Mantenimiento Total Productivo, Total Productive Maintenance).*

Es un método para lograr máxima eficiencia de equipos a través de la participación total del empleado. Al realizarse de manera correcta, involucra a todos los trabajadores, incluyendo, pero no limitando a: gerencia, operadores, ingenieros y personal de mantenimiento.

Tpm no es solo la responsabilidad de mantenimiento, requiere arduo trabajo en equipo

entre todos los asociados, hay muchas razones por que Tpm es tan importante para cualquier organización realmente enfocada en la mejora continua. Primero en su núcleo se trata del aumento de eficiencia en la operación, asegurándose que su equipo esté seguro, disponible y funcione correctamente cuando lo necesite, mientras que los tiempos de entrega son predecibles y son capaces de entregar lo que le prometieron a su cliente, ahora *Tpm* se trata de colaboración y trabajo en equipo en todos los niveles de la organización.

El objetivo del mantenimiento totalmente productivo es reducir a cero el mantenimiento correctivo, esto aplica para todos los equipos que se consideren críticos ya que una falla en espera genera muchos problemas en su producción, en sus programas de ventas y el costo. Dejando presente como principal y única filosofía del *Tpm*: Cero averías y cero desperdicios.

*2.3.1.3.4 VSM (Value Stream Mapping)*. Es una técnica desarrollada basada en el modelo de la Producción Ajustada, con el fin de contribuir a las organizaciones en la mejora de sus procesos productivos. La selección de áreas críticas y/o familias de productos, mapas de estados actuales, interno y externo, análisis de mudas y desperdicios, para concluir sobre mapas de estado futuros.

El mapa de flujo de valor es una herramienta visual utilizada para representar, analizar un proceso de producción nos permite visualizar las actividades que intervienen, y de información sencilla, diferenciar entre aquellas que desde el punto de vista del cliente añade un valor. En un mapa de flujo de valor distinguimos 3 áreas:

El área central recogemos toda la secuencia del proceso de actividades que lo forman, sus responsables y las métricas más relevantes para nuestro objetivo.

En la parte superior reafirmamos todos los intercambios de información que se producen a lo largo del proceso.

En la zona inferior dibujamos una línea de tiempo con los tiempos de trabajo de cada operación y los tiempos de espera entre unas y otras también representamos el big time y el tiempo de procesamiento totales. El objetivo final del mapa de la cadena de valor es entender el modo de coordinación entre los diferentes procesos y entender el sistema en su conjunto.

A continuación, identificaremos los símbolos más relevantes a la hora de desarrollar un *VSM* eficiente y correcto con su respectiva descripción

**Tabla 3. Símbolos de la metodología VSM.**

	Fuentes externas: Clientes y proveedores
	Flecha de traslado: Traslado de materia prima y producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte mediante camión de carga
	Transporte mediante avión Operación del proceso
	Plan de producción y programación
	Datos con indicadores del proceso visibles.
	Conexión del flujo de materiales entre operaciones

	<p>Nivelación de la carga: Herramienta que se emplea para interceptar lotes de Kanbans y nivelar el volumen de la producción.</p>
	<p>Primero en entrar, primero en salir.</p>
	<p>Inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado</p>
	<p>Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse eventos de mejora enfocados en implementar la herramienta de Lean Manufacturing expresada.</p>
	<p>Información electrónica</p>
	<p>Información manual</p>

Fuente: Elaboración propia

**2.3.1.3.5 Justo a tiempo (JIT).** Justo tiempo también es un sistema de gestión de inventarios utilizados ya desde hace muchos años, ha tenido como precursor la compañía Toyota, debido a su éxito ha sido replicado en múltiples compañías de la industria automotriz que también en otras industrias de manufactura. Este sistema de inventarios consiste en lo siguiente: Consiste en abastecer las materias primas y las partes de componentes justo cuando se necesitan en el proceso de manufactura de una fábrica, es decir, cuando llegan estas partes o componentes pasan muy poco tiempo en el inventario, van directamente a las líneas de producción para ser utilizados, ser ensamblados y transformarse en outputs o productos finalizados listos para entregar a los canales de distribución.

El origen de este sistema nuevamente es japonés. El objetivo de este sistema de gestión de inventarios *justo a tiempo*, por un lado, tener los costos más bajos de inventario de que sean

posibles y así mismo reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. En realidad, uno de los grandes objetivos dentro de un área de producción esta tratar que la merma sea la menor posible y los tiempos sean más eficientes, que el trabajo tenga menos errores, esa es la idea del sistema justo a tiempo.

La herramienta de gestión *justo a tiempo* en una empresa primero se deben establecer métodos de mejora continua, en la planificación y el trabajo de productos debe estar asociado a buscar la mejora continua por lo tanto implementar un sistema de calidad se convierte en una obligación para una compañía que busca implementar sistema justo a tiempo la producción.

Así mismo debe ser constante, debe tener una idea clara de cuánto pide el cliente, se debe tener información histórica para poder identificar esta demanda y planificar en base a esa información, se deben implementar sistemas de fabricación ágiles, tener tecnología de fabricación de punta definitivamente y así mismo mantener una relación muy estrecha con los proveedores porque si los proveedores fallan, el sistema justo a tiempo no funcionaría bien. La idea del sistema justo a tiempo es que los proveedores estén alertas a las a los pedidos que realizan la fábrica para que puedan repartir con brevedad productos rápidamente y que tengan calidad. Un problema que puede también romper la idea del sistema justo a tiempo es que el producto que entregue el proveedor no cumple con los estándares que la empresa exige con respecto a la calidad.

**2.3.1.4 Herramientas de control y seguimiento.** Como se evidencia a continuación

**2.3.1.4.1 Control visual.** Se implementa para la determinación preventiva de puntos de errores y defectos en un área con alto valor agregado. En este contexto, se convierte en el instrumento Lean que analiza la información, dando como resultado un mensaje rápido, sencillo y claro con la mayor participación posible.

Según (Villa, 2017) las ventajas de la utilización del control visual son:

- Sobresalta la investigación relevante de forma que no sea pasada por alto.
- Da aviso a tiempo y ayuda a encontrar, evitar y mitigar los desperdicios.
- Previene la exuberancia de datos y clarifica hacia que los trabajadores puedan ver resultados.

Esta herramienta en efecto puede ser de gran provecho para la determinación de desperdicios y errores de una manera rápida y simple, así como lo señala Hernández, (2013) y como lo expresa (Villa, 2017) admite que personal pueda identificar estos fallos e informen a los jefes.

*2.3.1.4.2 OEE.* Se desarrolla en una fase del proceso o una máquina para analizar, estudiar el rendimiento o su eficiencia, mide la aptitud, la disponibilidad y la eficiencia, criterios de la producción industrial que son importantes para identificar y realizar actividades de mejora continua.

Según (Villa, 2017) el OEE es el producto de la disponibilidad, eficiencia y calidad de manera que, El factor de disponibilidad es el intervalo de lapso que la maquina está en funcionamiento realmente, visualizando los tiempos muertos y pérdidas por averías y stop. Su determinación se realiza desde el tiempo utilizable, que es el intervalo de tiempo completo de ejecución menos el lapso no ejecutado, así como, la interrupción del programa de producción, tiempos de alimentación y círculos diarios. El tiempo operativo resulta de la intensidad de ejecución restado al tiempo que el equipo está parado en consecuencia de anomalías del proceso, averías, ajustes o mantenimientos.

El factor de rendimiento identifica la carga de trabajo de la maquina examinando las perdidas por lapsos sin producción, velocidad reducida y perdidas menores. Finalmente, el factor

de calidad determina el intervalo de elaboración derivada que efectúa los esquemas de calidad irradiando esa parte del tiempo empleado en la fabricación de productos con errores o defectuosos.

2.3.1.4.3 *Cálculo del OEE*. Como se representa a continuación

$$OEE = Disponibilidad \times Calidad \times Rendimiento$$

**Tabla 4. Cálculo del OEE.**

Planificación	Tiempo de producción total		
Disponibilidad (B/A)	A	Tiempo Disponible	No planificación de producción
	B	Tiempo Operativo	
Rendimiento (D/C)	C	Producción Teórica	Arranques, paradas y esperas
	D	Producción Real	
Calidad (F/E)	E	Producción Real	Rechazos
	F	Piezas buenas	
OEE			

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Marco conceptual

**2.4.1 Estructura.** Diagnóstico “Técnica para captar y analizar sistemáticamente la información que los funcionarios poseen de un proceso u organización “(yopo, 2000) Cadena de valor “Son todas las acciones específicas requeridas para pasar un producto concreto desde su concepción hasta su entrega final, es decir todos los pasos concretos necesarios” (Quijada, 2010)

Flujo de una sola pieza “Es una herramienta para sacar a la superficie grandes cantidades de desperdicio que están ocultas en los procesos y que no son visibles a simple vista. (Quijada, 2010)

Desperdicio o muda. muda es el detrimento o residuo, concretamente, son las tareas humanas que consuman materia prima o energética que no cree valor. Así pues, desperdicio en este contexto es toda utilización inadecuada de materiales, recursos y posibilidades de las organizaciones. Las mudas se dividen en: sobreproducción, inventario, talento humano, productos defectuosos, movimientos, reprocesamiento, espera y transporte. (María Jimena Wilches, Juan Carlos Cabarcas, Jorge, & Rubiela, 2014)

Valor añadido “Es el resultado de una buena gestión de los procesos y recursos humanos.” (Quijada, 2010)

Competitividad “Es la lucha estratégica definida la cual está ligada a los propósitos internos de una organización. Se basa en la búsqueda continua de acciones únicas y singulares que marcan la diferencia en el mercado” (Puerta, 2004)

Productividad “Se refiere a que tan efectivo se identifican los objetivos y se usan los recursos en el proceso como lo son: Uso efectivo de las finanzas, personal etc.” (López, 2007)

## **2.5 Marco legal**

El numeral 6 del Artículo 65 de la Ley 99 de 1993, igualmente determina entre las funciones de los Municipios, las de coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades permanentes de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización, procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables o con actividades contaminantes y degradantes de las aguas, el aire o el suelo.

La Política de Bosques establece que el Ministerio de Ambiente, en coordinación con las Corporaciones, entidades territoriales y otras instituciones, realizará y pondrá en marcha una

estrategia conjunta para el control y vigilancia del aprovechamiento, la movilización, producción y transformación de los productos del bosque. Que mediante dicha estrategia se busca eliminar la corrupción, reducir el tráfico ilegal de productos del bosque y garantizar el cumplimiento de las obligaciones de quienes lo aprovechen, para lo cual se establecerán medidas especiales para enfrentar el comercio ilegal en los puntos estratégicos de la cadena productiva y de comercialización.

### 3 Diseño metodológico

#### 3.1 Tipo de Investigación

Según Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. Recuperado el, 11, 2018:

La investigación descriptiva tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio, este tipo de investigación se asocia al diagnóstico; el propósito de exponer el evento estudiado, haciendo una numeración detallada de sus características, de modo tal que en los resultados se pueda obtener dos niveles de análisis; dependiendo del fenómeno o del propósito del investigador, estas investigaciones trabajan con uno o con varios elementos de estudio en un contexto determinado. Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

La implementación del proyecto consiste en un tipo de investigación descriptiva, debido a que permite observar, describir e identificar las características más relevantes que debe tener el proceso de producción, con el propósito de realizar una adecuada evaluación para así poder brindar una solución en el mejoramiento continuo de la empresa *Difar muebles S.A.S.*

#### 3.2 Población y muestra

**3.2.1 Población.** La población que se estudia para la realización de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de producción de la organización, son los 8 empleados en el proceso productivo de inmobiliario los cuales tienen relación con la producción y distribución del producto de manera directa e indirecta. Donde se distribuyen de la siguiente manera respectivamente:

#### **Tabla 5. Distribución y ocupación de la organización**

Área	Cantidad
Pintura	2
Lijado	2
Almacén	2
Ensamble	2
Total	8

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2 Muestra.** No se define muestra dado el tamaño reducido de la población.

Entonces, se actúan los análisis pertinentes a todos los elementos de la población siendo objeto de estudio las diferentes etapas anteriormente mencionadas, debido a que hay que analizar, evaluar y caracterizar la línea de producción de *Difar muebles S.A.S.*

**3.2.3 Instrumentos para la recolección de la información.** Como se evidencia a continuación.

**3.2.3.1 Fuentes primarias.** Con el fin de obtener información primaria para su análisis y conclusiones, se llevará a cabo una entrevista con el encargado del área logística. Este método de análisis y recolección de datos permitió recopilar información de las personas involucradas en el proyecto, quienes brindarán su perspectiva sobre las condiciones y criterios para implementar la filosofía en el centro de producción. El objetivo principal es considerar sus opiniones sobre las variables críticas del proceso y las posibles mejoras que ellos sugieren.

Además, para avanzar hacia el primer objetivo, se utilizó la herramienta diagnóstica del Mapeo del Flujo de Valor (VSM, por sus siglas en inglés). Esta técnica gráfica permitió visualizar de manera integral el proceso de producción de Difar Muebles S.A.S y comprender completamente el flujo de información y materiales necesarios para que el producto llegue al cliente final. A través del VSM, se identificarán las actividades que no agregan valor al proceso, lo que permitirá iniciar las acciones necesarias para eliminarlas.

En cuanto a la selección de las herramientas de la filosofía aplicada a Difar Muebles S.A.S, se utilizará una lista de verificación que indicará qué herramientas se aplicarán en su totalidad, cuáles se aplicarán parcialmente y cuáles no se tendrán en cuenta.

**3.2.3.2 Fuentes Secundarias.** Identificar la información a través de antecedentes de estudios hechos en distintas empresas, a través de internet, libros y, todo el contenido bibliográfico para solucionar un problema.

### **3.3 Análisis de la información**

Para el análisis de datos se usará herramientas estadísticas, matemáticas e informáticas. Por otro lado, para el análisis de la información proveniente de la encuesta, se procesará para su entendimiento y comprensión tablas resúmenes, además, formatos de calificación para las condiciones y criterios de la implementación de Lean Manufacturing, lo cual permitirá llevar a cabo un mejor diagnóstico de la información obtenida de la encuesta a las partes interesadas, facilitando así una mejor presentación de estos y sentar las bases para ofrecer conclusiones.

**4 Proponer un sistema de mejora del área productiva de la empresa DIFAR muebles, mediante la aplicación de Herramientas de la metodología Lean Manufacturing.**

**4.1 Realizar un diagnóstico del estado actual del proceso en el área productiva mediante la aplicación de una lista de chequeo y entrevista con el encargado del área.**

**4.1.1 Lista de chequeo diagnóstico.** El diagnóstico del estado actual del proceso en el área de producción se realizó mediante la aplicación de una lista de chequeo y una entrevista con el encargado del área. Este diagnóstico tiene como objetivo principal obtener una visión clara y detallada de la situación actual del área de producción, identificando fortalezas, debilidades y áreas de mejora.

La lista de chequeo se utilizó como una herramienta estructurada para evaluar diferentes aspectos del proceso de producción, como la organización del espacio, la gestión de inventario, los tiempos de entrega, la eficiencia operativa y otros factores relevantes. A través de la lista de chequeo, se recopilará información objetiva que permitirá identificar posibles brechas y áreas de oportunidad en el proceso.

Además, se llevó a cabo una entrevista con el encargado del área de producción. Esta entrevista proporcionó información cualitativa valiosa sobre la percepción y experiencia del encargado en relación con el funcionamiento del área. Se explorarán temas como los desafíos enfrentados, las prácticas actuales, las necesidades de mejora y las sugerencias para optimizar el proceso.

La combinación de la lista de chequeo y la entrevista permitió obtener un diagnóstico completo y enriquecedor del estado actual del proceso en el área de producción. A partir de este diagnóstico, se podrán tomar decisiones informadas y diseñar estrategias de mejora específicas para potenciar la eficiencia y la efectividad en el área.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo anterior y contemplando los aspectos técnicos de las herramientas del Lean Manufacturing, se procede a designar una ponderación cuantitativa en algunos criterios de calificación en cada uno de los factores de la lista de chequeo.

**Tabla 6. Criterios de calificación diagnóstico inicial**

Límite inferior	Límite superior	Concepto
0	0	No aplica requisito
1	20	No está operando, ni existe el documento
21	40	No está operando, pero existe el documento.
41	70	Este operando parcialmente y existe el documento
71	100	Este operando y existe el documento.

Fuente: Elaboración propia

La lista de chequeo aplicada es la siguiente

**Tabla 7. Criterios de calificación diagnóstico inicial**

Numeral	Cualidad	Evaluación		
	Observaciones	Valor ideal	Valor alcanzado	Observación
<b>1</b>	<b>Organización del espacio</b>			
<b>A</b>	¿El espacio de producción está adecuadamente organizado y optimizado?	100	23	No está operando, pero existe el documento.
<b>B</b>	¿Se utiliza un sistema de ubicación clara y visual de los productos?	100	33	No está operando, pero existe el documento.
<b>C</b>	¿Se implementa el principio de "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S)?	100	22	No está operando, pero existe el documento.
<b>D</b>	¿Existe un sistema de señalización claro y efectivo para indicar la ubicación de los productos?	100	28	No está operando, pero existe el documento.
<b>2</b>	<b>Gestión de inventario</b>			
<b>A.</b>	¿Se realiza un control efectivo del inventario?	100	19	No está operando, ni existe el documento
<b>B.</b>	¿Se utilizan técnicas de clasificación ABC para priorizar los productos de mayor demanda?	100	30	No está operando, pero existe el documento.
<b>C.</b>	¿Existe un sistema de reposición justo a tiempo (JIT) para evitar el exceso de stock?	100	16	No está operando, ni existe el documento
<b>D.</b>	¿Se implementan prácticas de etiquetado y seguimiento de los productos en el inventario?	100	19	No está operando, ni existe el documento
<b>3</b>	<b>Tiempos de entrega</b>			
<b>A.</b>	¿Se cumplen los tiempos de entrega establecidos para los pedidos de los clientes?	100	51	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>B.</b>	¿Se realiza una planificación y programación eficiente de los envíos?	100	48	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>C.</b>	¿Se utilizan técnicas de reducción de tiempos de preparación (SMED) para agilizar los procesos de carga y descarga?	100	35	No está operando, pero existe el documento.
<b>4</b>	<b>Eficiencia Operativa</b>			
<b>A.</b>	¿Se eliminan los desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso de producción?	100	69	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>B.</b>	¿Se utiliza el flujo continuo de trabajo para minimizar los tiempos de espera y los movimientos innecesarios?	100	42	Este operando parcialmente y existe el documento

C.	¿Se aplican técnicas de mejora continua, como el Kaizen, para optimizar constantemente los procesos de producción?	100	56	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>5</b>	<b>Otros factores relevantes</b>			
A.	¿Se implementan medidas de seguridad y ergonomía para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable?	100	53	Este operando parcialmente y existe el documento
B.	¿Se promueve la participación y el compromiso de los empleados en la mejora de los procesos de producción?	100	40	No está operando, pero existe el documento.
C.	¿Se utilizan herramientas de control visual, como tableros y gráficos, para monitorear y comunicar el desempeño del área de producción?	100	61	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>6</b>	<b>Cultura y compromiso organizacional</b>			
A	¿Existe un compromiso claro por parte de la alta dirección para implementar y mantener la filosofía Lean?	100	20	No está operando, ni existe el documento
B	¿Se promueve una cultura de mejora continua en toda la organización?	100	50	Este operando parcialmente y existe el documento
C	¿Se reconoce y valora el aporte de los empleados en la identificación y eliminación de desperdicios?	100	35	No está operando, pero existe el documento.
D	¿Se fomenta el trabajo en equipo y la colaboración entre los diferentes departamentos?	100	47	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>7</b>	<b>Procesos y flujo de valor</b>			
A	¿Se han mapeado y documentado los procesos clave de la organización?	100	30	No está operando, pero existe el documento.
B	¿Se identifican y eliminan los desperdicios en los procesos?	100	23	No está operando, pero existe el documento.
C	¿Se utilizan herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) para visualizar y mejorar los flujos de valor?	100	23	No está operando, pero existe el documento.
D	¿Existe un enfoque en la optimización y agilización de los flujos de información y materiales?	100	21	No está operando, pero existe el documento.
<b>8</b>	<b>Gestión de la calidad</b>			
A	¿Se aplican prácticas de prevención de defectos en los procesos?	100	49	Este operando parcialmente y existe el documento
B	¿Se utilizan herramientas de control de calidad, como el control visual y la estandarización de procesos?	100	35	No está operando, pero existe el documento.
C	¿Se establecen indicadores de desempeño relacionados con la calidad y se realiza un seguimiento de los mismos?	100	25	No está operando, pero existe el documento.
D	¿Se recopila y se utiliza la retroalimentación de los clientes para mejorar la calidad de los productos y servicios?	100	44	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>9</b>	<b>Eficiencia y productividad</b>			
A	¿Se miden y monitorean los tiempos de entrega, los tiempos de ciclo y otros indicadores de eficiencia?	100	63	Este operando parcialmente y existe el documento
B	¿Se utilizan técnicas de mejora continua, como el ciclo PDCA y la metodología Kaizen, para optimizar los procesos?	100	40	No está operando, pero existe el documento.
C	¿Se aprovechan al máximo los recursos disponibles, como la mano de obra, la maquinaria y las herramientas?	100	46	Este operando parcialmente y existe el documento
D	¿La organización es capaz de adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda del mercado?	100	65	Este operando parcialmente y existe el documento
<b>10</b>	<b>Participación y capacitación de los empleados:</b>			
A	¿Se brinda capacitación adecuada sobre los principios y herramientas de Lean Manufacturing a todos los empleados?	100	49	Este operando parcialmente y existe el documento
B	¿Se fomenta la participación activa de los empleados en la identificación y resolución de problemas?	100	52	Este operando parcialmente y existe el documento
C	¿Se promueve el desarrollo de habilidades y conocimientos relacionados con Lean Manufacturing?	100	65	Este operando parcialmente y existe el documento
D	¿Se reconocen y se premian las contribuciones de los empleados a la mejora continua?	100	44	Este operando parcialmente y existe el documento

11	Mejora Continua			
A	¿Se establecen metas y objetivos de mejora continua en la organización?	100	57	Este operando parcialmente y existe el documento
B	¿Se lleva a cabo un seguimiento regular de las mejoras implementadas?	100	49	Este operando parcialmente y existe el documento
C	¿Se fomenta la retroalimentación y la colaboración entre los diferentes niveles de la organización?	100	55	Este operando parcialmente y existe el documento
D	¿Se realiza una revisión periódica de los procesos y resultados para identificar nuevas oportunidades de mejora?	100	56	Este operando parcialmente y existe el documento

Fuente: Elaboración propia

Obtenidos los resultados, se tabularon y agruparon según el promedio de calificación de cada factor, destacándose las siguientes apreciaciones.

**Tabla 8. Resumen lista de chequeo**

Aspecto evaluado	Promedio Calificación	Observación
Organización del espacio	27	No está operando, pero existe el documento.
Gestión de inventario	21	No está operando, pero existe el documento.
Tiempos de entrega	45	Este operando parcialmente y existe el documento
Eficiencia Operativa	56	Este operando parcialmente y existe el documento
Otros factores relevantes	51	Este operando parcialmente y existe el documento
Cultura y compromiso organizacional	38	No está operando, pero existe el documento.
Procesos y flujo de valor	24	No está operando, pero existe el documento.
Gestión de la calidad	38	No está operando, pero existe el documento.
Eficiencia y productividad	54	Este operando parcialmente y existe el documento
Participación y capacitación de los empleados	53	Este operando parcialmente y existe el documento
Mejora Continua	54	Este operando parcialmente y existe el documento

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del análisis profesional, se observa que hay una mezcla de calificaciones y observaciones en los diferentes aspectos evaluados. Algunos aspectos, como los tiempos de entrega, la eficiencia operativa, otros factores relevantes, eficiencia y productividad, participación y capacitación de los empleados, y mejora continua, están operando parcialmente y existe documentación relacionada. Esto indica que se han realizado algunos avances en estos aspectos, pero aún hay margen de mejora para lograr una implementación completa y efectiva de las prácticas Lean.

Sin embargo, otros aspectos como la organización del espacio, gestión de inventario,

cultura y compromiso organizacional, procesos y flujo de valor, y gestión de la calidad no están operando actualmente, pero existe documentación relacionada. Esto sugiere que se han realizado algunos esfuerzos para abordar estos aspectos, pero aún no se ha logrado su implementación completa.

Es importante tener en cuenta estas calificaciones y observaciones para identificar las áreas prioritarias de mejora y tomar acciones concretas. Se recomienda centrar los esfuerzos en aquellos aspectos que tienen una calificación baja y que son fundamentales para el éxito de Lean Manufacturing, como la organización del espacio, la gestión de inventario y la cultura y compromiso organizacional. Esto implicará establecer planes de acción, asignar recursos adecuados y brindar capacitación y apoyo a los empleados para lograr una implementación exitosa de las prácticas Lean en toda la organización.

Gráficamente estos resultados, se representan de la siguiente forma.



**Figura 2. Resultados promedio lista chequeo**

Fuente: Elaboración propia

En base a los promedios numéricos, se puede observar que hay una variación en las calificaciones de los diferentes aspectos evaluados. Los aspectos con calificaciones más bajas son la gestión de inventario, los procesos y flujo de valor, ambos con un promedio de 24. Esto indica que estos aspectos no están operando actualmente, aunque existe documentación relacionada. Es importante abordar estos aspectos para mejorar la eficiencia y la efectividad en el área de producción.

Otros aspectos que también tienen calificaciones bajas son la organización del espacio, la cultura y el compromiso organizacional, y la gestión de la calidad, todos con un promedio de 38. Aunque existe documentación relacionada, se requiere un mayor enfoque y esfuerzo para implementar estas prácticas de manera efectiva.

Por otro lado, los aspectos de tiempos de entrega, eficiencia operativa, otros factores relevantes, eficiencia y productividad, participación y capacitación de los empleados, y mejora continua tienen calificaciones más altas, oscilando entre 45 y 56. Estos aspectos están operando parcialmente y existe documentación relacionada, lo que indica que se han realizado algunos avances en estas áreas.

**4.1.2 Entrevista Diagnóstico.** Realizada, la lista de chequeo se procedió a realizar la entrevista al encargado del área.

El modelo de entrevista, se diseñó con preguntas de respuesta abierta, realizadas al jefe del área de logística en relación a la evaluación por la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma en el proceso productivo de elaboración, producción y comercialización de muebles en la empresa DIFAR muebles, a continuación, se presentan las preguntas con sus respectivas respuestas.

**Pregunta 1.** ¿Cuál es su percepción sobre la implementación de herramientas de Lean

Six Sigma en el área de logística de DIFAR muebles? ¿Considera que ha tenido un impacto significativo en la mejora de los procesos?

**Respuesta:** Mi percepción sobre la implementación de herramientas de Lean Six Sigma en el área productiva de DIFAR muebles, es que pueden tener un impacto significativo en la mejora de nuestros procesos. Estas herramientas nos podrían brindar una metodología sólida y estructurada para identificar y eliminar desperdicios, optimizando nuestros flujos de materiales y mejorando la eficiencia operativa en general.

**Pregunta 2.** ¿Cuáles son los principales desafíos que ha enfrentado en la aplicación de las herramientas de Lean Six Sigma en el área de logística? ¿Qué obstáculos ha encontrado para su implementación exitosa?

**Respuesta:** Los principales desafíos que podríamos enfrentar, al momento de la aplicación de las herramientas de Lean Six Sigma en el área de logística, serían la resistencia al cambio y la necesidad de un cambio cultural en toda la organización. Además, de tener que superar obstáculos relacionados con la falta de conocimiento y experiencia en la aplicación de estas herramientas, así como la necesidad de alinear a todos los miembros del equipo en la misma dirección.

**Pregunta 3.** ¿Cómo ha sido el proceso de identificación y eliminación de desperdicios en el área de logística? ¿Qué medidas se han tomado para optimizar los flujos de materiales, reducir tiempos de espera y mejorar la eficiencia operativa?

**Respuesta:** El proceso de identificación y eliminación de desperdicios en el área de logística, podría ser fundamental para mejorar nuestros flujos de materiales y reducir los tiempos de espera. Podríamos implementar medidas como la reorganización del espacio de producción, la optimización de rutas de entrega y la implementación de sistemas de control visual para agilizar

nuestras operaciones y minimizar las actividades que no agregan valor.

**Pregunta 4.** ¿Qué acciones se podrían implementar para mejorar la gestión del inventario en términos de reducir el exceso de stock, evitar faltantes y garantizar una correcta planificación de los niveles de inventario?

Respuesta: Podríamos implementar varias acciones para mejorar la gestión del inventario. Por ejemplo, adoptar técnicas de producción justa a tiempo (JIT) y sistemas Kanban para evitar el exceso de stock y garantizar una planificación precisa de los niveles de inventario. También hemos mejorado nuestra coordinación con proveedores clave para evitar faltantes y mantener una cadena de suministro eficiente.

**Pregunta 5.** ¿Cómo se ha trabajado en la estandarización de los procesos logísticos y la implementación de controles visuales para mejorar la calidad y evitar errores o fallas en las operaciones?

Respuesta: La estandarización de nuestros procesos logísticos y la implementación de controles visuales han sido fundamentales para mejorar la calidad y evitar errores en nuestras operaciones. Hemos desarrollado manuales de procedimientos claros y hemos implementado sistemas visuales, como tableros de seguimiento y listas de verificación, para garantizar que todos los pasos se sigan de manera consistente y se detecten rápidamente posibles fallas.

**Pregunta 6.** ¿Cuál es el nivel de participación y capacitación de los empleados en el área de logística en relación a las herramientas de Lean Six Sigma? ¿Se han realizado actividades de formación y entrenamiento específicas?

Respuesta: El nivel de participación y capacitación de los empleados en el área de logística ha mejorado considerablemente. Hemos brindado entrenamiento específico en herramientas de Lean Six Sigma y hemos fomentado la participación activa en proyectos de

mejora continua. También hemos establecido espacios para el intercambio de ideas y la retroalimentación constante, lo que ha fortalecido la participación y el compromiso de nuestro equipo.

**Pregunta 7.** ¿Qué oportunidades de mejora identifica en el área de logística en relación a la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma? ¿Qué aspectos considera prioritarios para seguir trabajando y mejorar aún más los procesos logísticos?

Respuesta: Identificamos oportunidades de mejora en el área de logística en aspectos como la planificación de la capacidad, la optimización de las rutas de entrega y la reducción de los tiempos de espera. Estos aspectos son prioritarios para seguir trabajando y mejorar aún más nuestros procesos logísticos, lo que nos permitirá brindar un servicio más eficiente y de mayor calidad a nuestros clientes.

**Pregunta 8.** ¿Cuál es su visión a futuro en términos de la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma en el área de logística? ¿Cuáles son los objetivos y metas a alcanzar en relación a la excelencia operativa y la eficiencia logística?

Respuesta: En términos de la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma en el área de logística, nuestra visión a futuro es lograr una excelencia operativa y una eficiencia logística aún mayores. Nuestros objetivos y metas incluyen la reducción continua de los tiempos de entrega, la optimización de los flujos de materiales y la maximización de la satisfacción del cliente a través de una gestión logística eficiente y efectiva. Queremos ser reconocidos como referentes en nuestra industria en términos de calidad de servicio y eficiencia logística.

**Análisis de la información.** La respuesta del jefe del área de logística indica una percepción positiva sobre la implementación de herramientas de Lean Six Sigma en DIFAR muebles. Sin embargo, se nota cierta cautela en su respuesta al utilizar el término "podrían tener"

en lugar de afirmar de manera contundente el impacto significativo en la mejora de los procesos. Esto sugiere que todavía existe espacio para convencerlo plenamente de los beneficios de Lean Six Sigma.

El jefe del área de logística identifica los principales desafíos en la aplicación de las herramientas de Lean Six Sigma, como la resistencia al cambio y la necesidad de un cambio cultural en toda la organización. También menciona la falta de conocimiento y experiencia en la aplicación de estas herramientas. Estos obstáculos pueden indicar la necesidad de un enfoque más sólido en la comunicación, capacitación y alineación de todos los miembros del equipo para garantizar el éxito de la implementación.

La respuesta indica que el proceso de identificación y eliminación de desperdicios en el área de logística aún no se ha llevado a cabo de manera efectiva. Aunque se mencionan medidas potenciales, como la reorganización del espacio de producción y la implementación de sistemas de control visual, se necesita un enfoque más proactivo y concreto para optimizar los flujos de materiales, reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia operativa.

En relación a la gestión del inventario, se mencionan acciones como la adopción de técnicas JIT y sistemas Kanban, así como una mejor coordinación con proveedores clave. Sin embargo, no se mencionan resultados específicos ni se profundiza en la planificación de los niveles de inventario. Sería beneficioso obtener más información sobre cómo se ha implementado realmente la gestión del inventario y cómo se han medido los resultados.

Se identifican oportunidades de mejora en aspectos como la planificación de la capacidad, la optimización de las rutas de entrega y la reducción de los tiempos de espera. Estos aspectos son considerados prioritarios para seguir trabajando y mejorar los procesos logísticos. Sería beneficioso obtener más información sobre las acciones específicas que se están

implementando para abordar estas oportunidades de mejora.

**4.1.3 Descripción del proceso productivo.** El proceso productivo de elaboración de muebles en la empresa DIFAR muebles implica una serie de operaciones y actividades coordinadas que involucran a diferentes responsables. A continuación, se presenta una descripción general del proceso:

**Recepción de pedidos:** El proceso comienza con la recepción de pedidos de los clientes, donde se registran los detalles del producto solicitado, como el tipo de mueble, las medidas, los materiales y los acabados requeridos. Esta etapa puede ser responsabilidad del equipo de ventas o de atención al cliente.

**Diseño y planificación:** Una vez recibido el pedido, el equipo de diseño y planificación se encarga de crear los planos y diseños del mueble según las especificaciones del cliente. También se determinan los materiales necesarios y se planifican los recursos y tiempos requeridos para la producción.

**Adquisición de materiales:** El departamento de compras se encarga de adquirir los materiales necesarios para la fabricación de los muebles, como la madera, los herrajes, los tapizados, entre otros. Se establecen los proveedores, se realizan las compras y se gestiona el control de inventario de los materiales.

**Corte y preparación de materiales:** En esta etapa, el equipo de producción corta y prepara los materiales según las especificaciones de diseño. Se utilizan herramientas como sierras, cortadoras y máquinas de carpintería para dar forma a las piezas de madera y otros componentes.

**Ensamblaje y armado:** Una vez que los materiales están listos, se procede al ensamblaje y armado de los muebles. Los carpinteros y ensambladores se encargan de unir las piezas y utilizar técnicas de ensamblaje adecuadas, como clavado, atornillado o encolado, para garantizar la

estabilidad y resistencia del mueble.

Acabado y pintura: Después del ensamblaje, se realiza el acabado y pintura de los muebles. Se aplican técnicas de lijado, sellado y pintura para obtener el aspecto y la protección deseados. Esto puede implicar el uso de pistolas de pintura, brochas y otros utensilios especializados.

Control de calidad: En cada etapa del proceso, se lleva a cabo un control de calidad para verificar que los muebles cumplan con los estándares de diseño, acabado y funcionalidad establecidos. Se realizan inspecciones visuales, pruebas de resistencia y otros controles para garantizar la calidad del producto final.

Empaque y producción: Una vez que los muebles pasan el control de calidad, se procede al empaque y producción. Se utilizan materiales de embalaje adecuados para proteger los muebles durante el transporte y se almacenan en el área de producción hasta su despacho.

A continuación, se presenta una tabla con la descripción del proceso productivo de elaboración de muebles en la empresa DIFAR muebles,

**Tabla 9. Tiempos por actividad del proceso productivo 1 pieza**

<b>Operación</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo por Actividad</b>	<b>Responsable</b>
Recepción de pedidos	Registro y captura de los detalles del pedido	15 minutos	Equipo de ventas o atención al cliente
Diseño y planificación	Creación de planos y diseños del mueble	30 minutos	Equipo de diseño y planificación
Adquisición de materiales	Compra de materiales y control de inventario	Variable (depende de los proveedores)	Departamento de compras

Corte y preparación de materiales	Corte de piezas de madera y preparación de componentes	3 horas	Equipo de producción
Ensamblaje y armado	Unión de piezas y ensamblaje del mueble	2 horas	Carpinteros y ensambladores
Acabado y pintura	Lijado, sellado y aplicación de pintura	1 horas	Pintores y especialistas en acabados
Control de calidad	Inspección visual y pruebas de resistencia	5 minutos	Equipo de control de calidad
Empaque y producción	Embalaje y producción de los muebles	40 minutos	Equipo de logística
Despacho	Preparación y carga de los muebles para el transporte	1 día	Equipo de logística

Fuente: Elaboración propia

**4.1.4 Diagrama VSM para la elaboración de muebles.** Teniendo en cuenta la información anterior proporcionada se prosigue a realizar la herramienta diagnóstica de la filosofía Lean, la cual permite analizar el flujo de materiales e información que se requiere para poner a disposición del cliente el producto terminado o pedido realizado.

Para la elaboración del diagrama es de suma importancia conocer la demanda mensual del cliente, en este caso se trabajará la demanda promedio de 25 muebles; de acuerdo con eso se establecen los días laborables al mes para hallar la cantidad promedio diaria que se debe sacar para cumplir con los pedidos, como se muestra a continuación:

- Demanda = 25 muebles/mes
- Días laborables = 26 días

- Unidades al día = demanda mes / días laborables

Unidades al día = 25 muebles / 26 días = 0,9615 muebles/día

Después de tener la información de la cantidad de muebles en promedio que se deben producir al día es necesario conocer la disponibilidad de mano de obra que se tiene en una jornada de trabajo de la siguiente manera:

- 1 turno por día
- 8 horas por turno
- Paradas programadas = 25 min desayuno + 10 min pausa activa + 25 min almuerzo
- Total horas laborables al día = 8 horas = 480 min
- Total de paradas programadas al día = 60 min
- Cantidad disponible (seg) = 480 min - 60 min = 420 min = 25.200 seg

Teniendo la información de las unidades en promedio que se debe sacar al día y la disponibilidad de tiempo que se tiene para sacar estas unidades se procede a calcular el tiempo promedio en que debe salir un mueble para despachar a bodega el cual se denomina “Tack Time”:

Tack time= tiempo disponible / unidades en promedio diarias

Tack time= 25.200 seg / 0,9615 muebles

Tack time= 26208 seg / muebles

Cada 26208 segundos (437 minutos) debe salir un mueble ya elaborado y pasado por el proceso de terminación para satisfacer la demanda mensual del cliente.

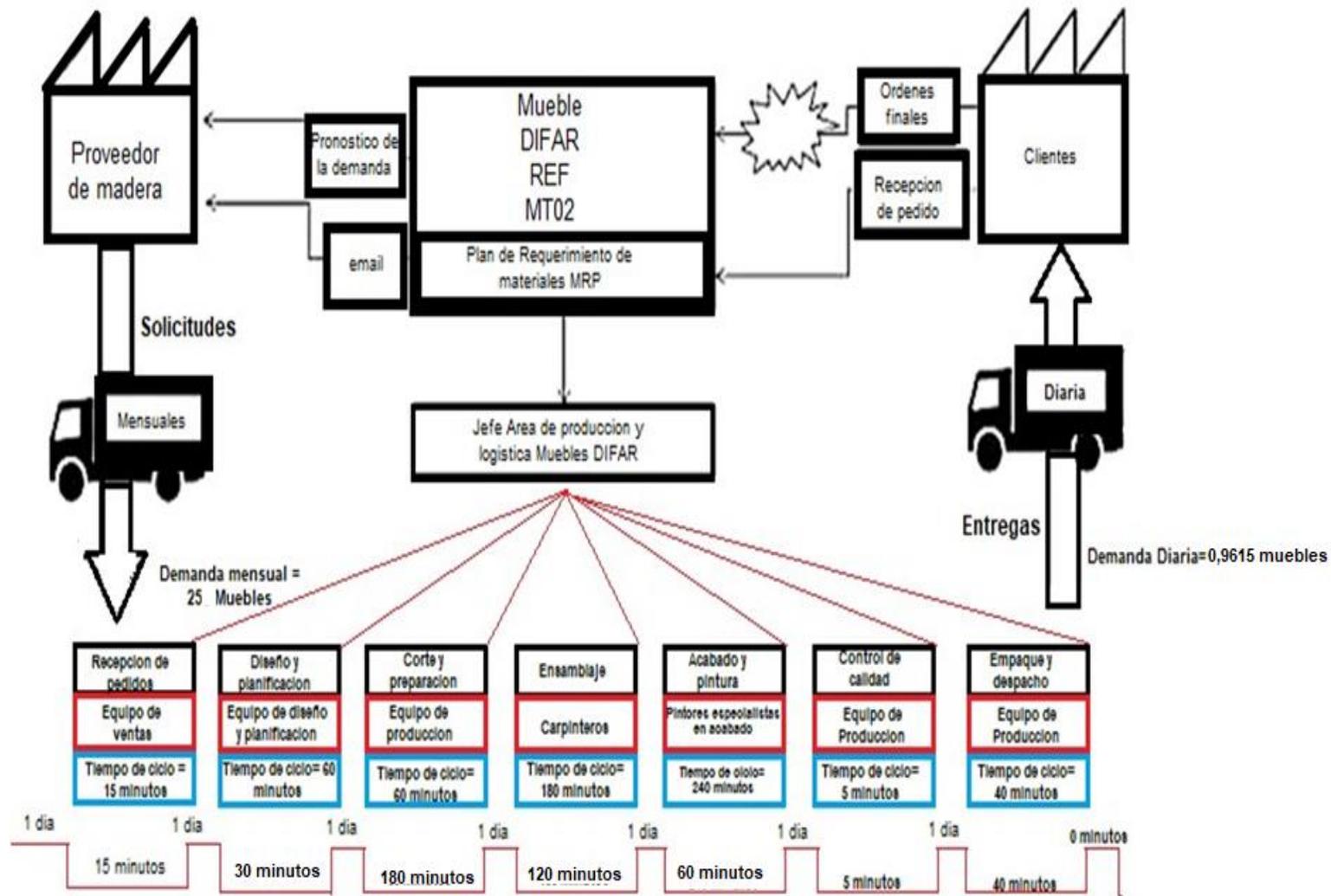


Figura 3. Diagrama VSM elaboración de mueble DIFAR

Fuente: Elaboración propia

Realizada la gráfica, se procede a calcular las operaciones que generan valor al proceso:

TVA (tiempo valor añadido)

$$\text{TVA (tiempo valor añadido)} = 15 \text{ minutos} + 30 \text{ minutos} + 180 \text{ minutos} + 120 \text{ minutos} + 60 \text{ minutos} + 5 \text{ minutos} + 40 \text{ minutos} = 480 \text{ minutos}$$

Por otra parte, se calcula el tiempo que no le genera valor al producto, pero toma la duración del lead time:

$$\text{TNVA (tiempo no valor añadido)} = 1 \text{ día} + 1 \text{ día} = 7 \text{ días}$$

$$\text{TNVA (tiempo no valor añadido)} = 7 \text{ días}$$

Por último, se procede a calcular la relación entre el tiempo que genera valor y el que no genera valor.

$$\text{VAR} = \text{TVA} / \text{TNVA}$$

$$\text{VAR} = 480 \text{ minutos} / 7 \text{ días}$$

$$\text{VAR} = 600 \text{ minutos} / 10,080 \text{ minutos.}$$

VAR = 0.0476, es un valor bajo que hace que los tiempos de planeación se cumplan, pero con precauciones.

Si la relación entre el tiempo que genera valor y el que no genera valor es de 0.0476, se puede concluir que una pequeña fracción del tiempo total se utiliza en actividades que generan valor, mientras que la mayor parte del tiempo se dedica a actividades que no generan valor directamente para el cliente.

Esto puede indicar que existen oportunidades para mejorar la eficiencia y reducir el tiempo que no agrega valor. Algunas posibles acciones a considerar serían:

Identificar y eliminar actividades que no generan valor agregado y que podrían considerarse como desperdicio o derroche.

Optimizar el flujo de trabajo y los procesos para reducir los tiempos de espera, retrabajos o movimientos innecesarios.

Automatizar tareas repetitivas o de baja complejidad para liberar tiempo y recursos que puedan destinarse a actividades de mayor valor.

Capacitar y empoderar al personal para que sean capaces de identificar y eliminar actividades innecesarias o que no agregan valor.

#### **4.2 Proponer acciones y herramientas de mejora adecuadas de la filosofía lean al proceso de producción en la organización.**

En la empresa DIFAR muebles S.A, se identifican varias herramientas de mejora de la filosofía Lean que pueden ser especialmente útiles. A continuación, se describen cada una de ellas.

5S: Esta herramienta se enfoca en la organización y limpieza del lugar de trabajo. Mediante la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, se busca mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad en el proceso de fabricación de muebles.

Kanban: El sistema de Kanban permite visualizar y gestionar el flujo de trabajo, incluyendo la fabricación y suministro de materiales. Utilizando tarjetas o señales visuales, se puede controlar el inventario y evitar el exceso o la escasez de materiales, mejorando así la gestión de la cadena de suministro y la eficiencia en la producción de muebles.

Mapas de flujo de valor: Esta herramienta permite mapear y analizar en detalle el flujo de valor en el proceso de fabricación de muebles, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto final. Identificar los cuellos de botella, las ineficiencias y los desperdicios

ayuda a eliminarlos y optimizar el flujo de trabajo.

**Just-in-Time (JIT):** El principio Just-in-Time se basa en la producción de muebles en el momento justo, en la cantidad correcta y sin desperdicio. Esto implica reducir el inventario y producir solo lo que se necesita, evitando el exceso de materiales y optimizando los tiempos de producción.

**Poka-yoke:** Esta herramienta se enfoca en la prevención de errores y defectos. Mediante la implementación de dispositivos o mecanismos que evitan o detectan automáticamente errores, se busca eliminar la posibilidad de errores humanos y mejorar la calidad en la fabricación de muebles.

**Kaizen:** El concepto de Kaizen se basa en la mejora continua. Promover una cultura de Kaizen en la empresa implica fomentar la participación de todos los empleados en la identificación de problemas y la implementación de soluciones. Esto permite realizar mejoras constantes en el proceso de fabricación de muebles.

Conforme lo anterior y según los procesos, cada una de estas herramientas, se usaron de la siguiente forma.

**Tabla 10. Uso de Herramientas LEAN**

<b>Operación</b>	<b>Tiempo por Actividad (Producción 1 pieza)</b>	<b>Herramienta aplicada</b>
Recepción de pedidos	15 minutos	5s Y Kanban
Diseño y planificación	30 minutos	5s
Adquisición de materiales	Variable (depende de los proveedores)	5s y JIT

Corte y preparación de materiales	3 horas	5s, KANBAN y POKA YOKE
Ensamblaje y armado	2 horas	5s, KANBAN, POKA YOKE y HEIJUNKA
Acabado y pintura	1 horas	5s, KANBAN y POKA YOKE y HEIJUNKA
Control de calidad	5 minutos	JIT y Kaizen
Empaque y producción	40 minutos	5s, KANBAN y POKA YOKE y HEIJUNKA
Despacho	1 día	KANBAN

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11. Herramienta de las 5S generalizada en todos los procesos**

Herramienta 5s				
	Recepción de pedidos	Planificación y diseño	Adquisición de materiales	Operación
<b>Clasificación (Seiri).</b>	Clasificación de los elementos necesarios y eliminación de aquellos que no son útiles. Se organizan los documentos, formularios y registros necesarios de manera eficiente y se eliminan los innecesarios.	Identificación y clasificación de los elementos según su relevancia y frecuencia de uso. Se elimina o archiva aquellos documentos obsoletos, duplicados o no necesarios.	Clasificación de los materiales necesarios para la producción. Eliminar aquellos que sean obsoletos o innecesarios.	Organizar el área de producción, identificando y eliminando elementos innecesarios. Etiquetar y separar los materiales y herramientas por tipo y función.
<b>Orden (Seiton).</b>	Se establece un lugar designado para cada documento o formulario relacionado con la recepción de pedidos. Se etiquetan y se colocan en estanterías o archivadores para facilitar su acceso y recuperación.	Sistema de organización para los documentos y materiales utilizados en la planificación y diseño de los muebles. Se etiquetan los estantes, archivadores para facilitar la ubicación y devolución de los documentos utilizados.	Establecer un sistema de producción ordenado y etiquetado para los materiales y componentes, de manera que sean fácilmente identificables y accesibles.	Establecer un lugar para cada herramienta, material y componente en la línea de producción. Utilizar señalización visual clara para indicar la ubicación correcta de los elementos.
<b>Limpeza (Seiso).</b>	Limpeza regular (diaria) del área de recepción de pedidos. Se establece cronograma de limpieza y se capacita al personal para mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado.	Limpeza regular del área. Implementación de una rutina de limpieza y se asigna responsabilidades claras a los miembros del equipo.	Mantener el área de adquisición de materiales limpia y ordenada, eliminando cualquier tipo de desperdicio. Inspecciones regulares para asegurar el mantenimiento de la limpieza.	Limpeza regular en la línea de producción. Establecer rutinas de limpieza y asignar responsabilidades claras al personal.
<b>Estandarización (Seiketsu).</b>	Se establecen procedimientos y estándares claros para la recepción de pedidos. Se implementan listas de verificación y se capacita al personal sobre los estándares establecidos.	Se establece procedimientos estandarizados para la organización y mantenimiento. Se documenta y comunicó clasificando, ordenar y limpiar el área y se capacita al personal en los estándares y asegúrate de que se sigan consistentemente.	Establecer estándares y procedimientos claros para el manejo de materiales y control de inventarios.	Establecer estándares de limpieza y orden en la línea de producción, documentando y comunicando los procedimientos. Realizar auditorías regulares para garantizar el cumplimiento.
<b>Disciplina (Shitsuke).</b>	Cumplimiento de los estándares establecidos y participación activa en el mantenimiento de las 5S. Se realizan revisiones regulares y se brinda retroalimentación para mantener la disciplina a largo plazo.	Se realizan auditorías regulares para evaluar el cumplimiento de los estándares establecidos y brinda reconocimiento y retroalimentación positiva.	Involucrar al personal en la implementación y mantenimiento de las 5S, realizar auditorías periódicas y proporcionar retroalimentación y reconocimiento positivo.	Fomentar una cultura de disciplina e involucrar a todo el personal en la implementación y mantenimiento de las 5S, y proporcionar reconocimiento y retroalimentación positiva.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2.1 Herramientas Lean Manufacturing en la operación de Recepción de pedidos.**

##### **4.2.1.1 Herramienta de las 5S.** Como se evidencia a continuación.

Clasificación (Seiri). En el área de recepción de pedidos, se realiza una clasificación de los elementos necesarios y se eliminan aquellos que no son útiles o están obsoletos. Se organizan los documentos, formularios y registros necesarios de manera eficiente y se eliminan los innecesarios.

Orden (Seiton). Se establece un lugar designado para cada documento o formulario relacionado con la recepción de pedidos, como formularios de clientes, hojas de especificaciones, facturas, etc. Se etiquetan y se colocan en estanterías o archivadores para facilitar su acceso y recuperación.

Limpieza (Seiso). Se lleva a cabo una limpieza regular (diaria) del área de recepción de pedidos para mantenerlo limpio y libre de obstáculos. Se establece un cronograma de limpieza y se capacita al personal para mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado.

Estandarización (Seiketsu). Se establecen procedimientos y estándares claros para la recepción de pedidos. Esto incluye la documentación de los pasos a seguir, los registros requeridos y la forma de almacenar y organizar los documentos. Se implementan listas de verificación y se capacita al personal sobre los estándares establecidos.

Disciplina (Shitsuke). Se promueve una cultura de disciplina en la recepción de pedidos, donde todos los miembros del equipo cumplen con los estándares establecidos y participan activamente en el mantenimiento de las 5S. Se realizan revisiones regulares y se brinda retroalimentación para mantener la disciplina a largo plazo.

##### **4.2.1.2 Herramienta Kanban.** Como se evidencia a continuación

Creación de tarjetas Kanban. Se utilizan tarjetas o etiquetas Kanban para representar cada

pedido entrante. Cada tarjeta contiene información relevante como el nombre del cliente, los detalles del pedido y la fecha de entrega requerida.

Descripción de producto					
<b>Tarjeta Kanban</b>					
Cantidad	250	Lead time	7 días	Fecha de pedido	
Proveedor				Fecha de entrega	
Solicitado por			Tarjeta 1 de 1		
			Ubicación		

**Figura 4. Tarjeta Kanban propuesta**

Fuente: Elaboración propia

Tablero Kanban. Se establece un tablero Kanban visual en el área de recepción de pedidos. Este tablero tiene columnas que representan las etapas del proceso de recepción de pedidos, como "En espera", "En proceso" y "Completado". Cada tarjeta Kanban se coloca en la columna correspondiente según su estado actual.

**Tabla 12. Tablero Kanban Propuesta**

Método Kanban			
Para hacer	En proceso		Hecho
	Trabajándose	A la espera	

Fuente: Elaboración propia

Gestión del flujo de trabajo. El personal responsable de la recepción de pedidos toma una tarjeta Kanban cuando comienza a trabajar en un pedido. La tarjeta se mueve a la columna "En proceso". A medida que el pedido avanza en el proceso, se actualiza la ubicación de la tarjeta en

el tablero Kanban. Cuando el pedido se completa, la tarjeta se mueve a la columna "Completado".

Reposición de tarjetas Kanban. Cuando se recibe un nuevo pedido, se crea una nueva tarjeta Kanban y se coloca en la columna "En espera". Si se agotan los suministros o materiales necesarios para un pedido en particular, se coloca una tarjeta Kanban adicional en la columna "Reposición" para indicar que se deben reponer los materiales.

#### **4.2.2 Herramienta de Lean Manufacturing en la operación de planificación y diseño.**

A continuación, se presenta el modelo de aplicación de las 5S en el área de planificación y diseño de la empresa DIFAR Muebles, estas actividades serán supervisadas por el jefe del área de diseño.

Clasificación (Seiri). Realiza una revisión exhaustiva de los documentos, planos, especificaciones y otros elementos utilizados en el área de planificación y diseño.

Identifica y clasifica los elementos según su relevancia y frecuencia de uso.

Elimina o archiva aquellos documentos obsoletos, duplicados o no necesarios.

Orden (Seiton). Establece un sistema de organización para los documentos y materiales utilizados en la planificación y diseño de los muebles.

Asigna un lugar específico para cada tipo de documento, como planos, especificaciones técnicas, catálogos de proveedores, entre otros.

Etiqueta los estantes, cajones o archivadores para facilitar la ubicación y devolución de los documentos utilizados.

Limpieza (Seiso). Realiza una limpieza regular del área de planificación y diseño para mantenerla libre de desorden y suciedad.

Limpia y ordena los escritorios, mesas de trabajo y estantes, eliminando cualquier

elemento innecesario o que no pertenezca a la zona de trabajo.

Implementa una rutina de limpieza y asigna responsabilidades claras a los miembros del equipo.

Estandarización (Seiketsu). Establece procedimientos estandarizados para la organización y mantenimiento del área de planificación y diseño.

Documenta y comunica las instrucciones sobre cómo clasificar, ordenar y limpiar el área.

Capacita al personal en los estándares y asegúrate de que se sigan consistentemente.

Disciplina (Shitsuke). Fomenta una cultura de disciplina y responsabilidad en el área de planificación y diseño.

Promueve la participación activa de los miembros del equipo en la implementación y mantenimiento de las 5S.

Realiza auditorías regulares para evaluar el cumplimiento de los estándares establecidos y brinda reconocimiento y retroalimentación positiva.

Con la inclusión de estas actividades podemos encontrar una mejora en esta área, en donde inicialmente la situación no era tan favorable (ver figura 4), pero con el tiempo estas condiciones mejoraron.



**Figura 5. Área de diseño sin inclusión de las 5S.**

Fuente: Elaboración propia

Aplicando las actividades propuestas por cada una de las S, se logró evidenciar la siguiente mejora.



**Figura 6. Área de diseño con inclusión de las 5S.**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se logran apreciar los sitios de trabajo despejados y con orden los planos y demás documentos inherentes al diseño y planeación de la producción.

#### **4.2.3 Herramienta de Lean Manufacturing en la operación de adquisición de materiales.**

La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing JIT (Just-in-Time) y 5S en la operación de adquisición de materiales puede proporcionar mejoras significativas en la eficiencia y la gestión de inventarios. A continuación, se presenta cómo se podrían aplicar estas herramientas en esta área:

**4.2.3.1 Just-in-Time (JIT).** Establecer una comunicación fluida y colaborativa con los proveedores, compartiendo información precisa y actualizada sobre la demanda de materiales y componentes necesarios.

Implementar un sistema de programación de entregas justo a tiempo, solicitando a los proveedores que entreguen los materiales en función de la demanda real y evitando la acumulación innecesaria de inventario. Para esto es necesario contemplar los siguientes aspectos.

- **Análisis de la demanda y pronóstico:** Realizar un análisis exhaustivo de la demanda de materiales en función de la planificación de producción y las necesidades del cliente. Utilizando datos históricos, pronósticos y otros indicadores relevantes para determinar las cantidades y fechas de entrega requeridas.

- **Comunicación con proveedores:** Establecer una comunicación clara y fluida con los proveedores. Explicarles el enfoque de entrega justo a tiempo y su importancia para la eficiencia y reducción de inventarios.

- **Acuerdos de suministro:** Negociar con los proveedores para establecer acuerdos de suministro basados en el principio de entrega justo a tiempo. Definiendo plazos de entrega específicos y ajustados a las necesidades del proceso de producción.

- **Alertas de reabastecimiento:** Configurar un sistema de alertas automáticas para notificar tanto a tu equipo de adquisiciones como a los proveedores cuando los niveles de inventario alcancen ciertos umbrales mínimos. Esto garantizará que se realicen los pedidos de reabastecimiento en el momento adecuado, evitando la acumulación innecesaria de inventario.

- **Monitoreo y mejora continua:** Realizar un seguimiento regular del rendimiento del sistema de entrega justo a tiempo. Analizando los tiempos de entrega, la

calidad de los materiales recibidos y la satisfacción del cliente.

Realizar un seguimiento constante de los niveles de inventario y establecer alertas automáticas para reabastecer los materiales justo antes de que se agoten, manteniendo así un flujo constante y minimizando los excesos de inventario.

Trabajar en estrecha colaboración con los proveedores para reducir los plazos de entrega y los tiempos de espera, mejorando la velocidad y la eficiencia de la adquisición de materiales.

#### **4.2.3.2 5S.** Como se evidencia a continuación

**Clasificación (Seiri):** Identificar y clasificar los materiales y componentes necesarios para la producción. Eliminar aquellos que sean obsoletos, defectuosos o innecesarios, reduciendo así la acumulación de inventario innecesario.

**Orden (Seiton):** Establecer un sistema de producción ordenado y etiquetado para los materiales y componentes, de manera que sean fácilmente identificables y accesibles.

**Limpieza (Seiso):** Mantener el área de producción y adquisición de materiales limpia y ordenada, eliminando cualquier tipo de desorden o desperdicio. Realizar inspecciones regulares para asegurar el mantenimiento de la limpieza.

**Estandarización (Seiketsu):** Establecer estándares y procedimientos claros para el manejo de materiales, producción, etiquetado y control de inventario. Capacitar y sensibilizar al personal sobre la importancia de seguir estos estándares.

**Disciplina (Shitsuke):** Fomentar una cultura de disciplina en la operación de adquisición de materiales. Involucrar al personal en la implementación y mantenimiento de las 5S, realizar auditorías periódicas y proporcionar retroalimentación y reconocimiento positivo.

#### **4.2.4 Herramientas Lean Línea de producción (Operaciones: Corte, armado, acabado, empaque y despacho).**

A continuación, se presenta la propuesta de aplicación de las herramientas Lean (5S, Kanban, Poka Yoke y Heijunka) en la línea de producción de muebles de la empresa DIFAR.

##### **4.2.4.1 5S.** Como se evidencia a continuación.

Clasificación (Seiri). Organizar el área de producción, identificando y eliminando elementos innecesarios o en desuso.

Etiquetar y separar los materiales y herramientas por tipo y función, para facilitar su acceso y reducir el tiempo de búsqueda.

Orden (Seiton). Establecer un lugar para cada herramienta, material y componente en la línea de producción, evitando la dispersión y el desorden.

Utilizar señalización visual clara para indicar la ubicación correcta de los elementos.

Limpieza (Seiso). Realizar limpieza regular en la línea de producción para mantener un entorno de trabajo seguro y organizado.

Establecer rutinas de limpieza y asignar responsabilidades claras al personal.

Estandarización (Seiketsu). Establecer estándares de limpieza y orden en la línea de producción, documentando y comunicando los procedimientos.

Capacitar al personal en los estándares y realizar auditorías regulares para garantizar el cumplimiento.

Disciplina (Shitsuke). Fomentar una cultura de disciplina y responsabilidad en la línea de producción.

Involucrar a todo el personal en la implementación y mantenimiento de las 5S, y proporcionar reconocimiento y retroalimentación positiva.

Contemplados todos estos aspectos, se lograron obtener sitios de trabajo más amplios y con una mejor utilización de materia prima; a continuación, se presenta la mejora en cada etapa del proceso.

**Tabla 13. Mejora línea de producción uso de herramienta 5S.**

Operación	Evidencia	Herramienta aplicada
Corte y preparación de materiales		5s
Ensamblaje y armado		
Acabado y pintura		
Empaque y producción		

Fuente: Elaboración propia

Kanban. Implementar un sistema Kanban para gestionar el flujo de producción y el suministro de materiales:

Utilizar tarjetas Kanban para representar los muebles o productos en cada etapa del proceso de producción.

Descripción de producto					
<b>Tarjeta Kanban</b>					
Cantidad	250	Lead time	7 días	Fecha de pedido	
Proveedor				Fecha de entrega	
Solicitado por			Tarjeta 1 de 1		
		Ubicación			

**Figura 7. Tarjeta Kanban propuesta**

Fuente: Elaboración propia

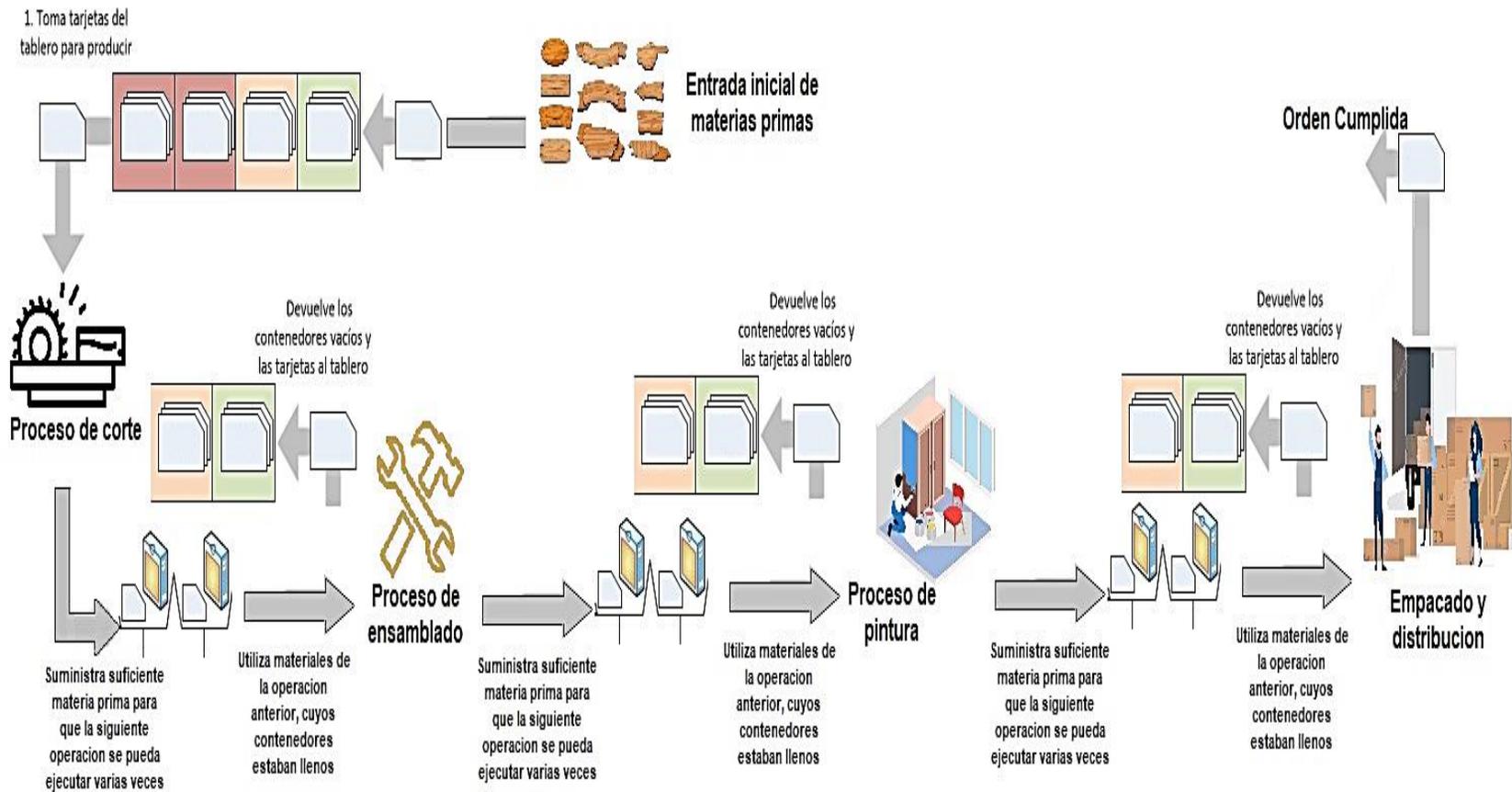
Establecer un tablero Kanban visual para monitorear el estado y el avance de los productos.

**Tabla 14. Tablero Kanban Propuesto**

Método Kanban			
Para hacer	En proceso		Hecho
	Trabajándose	A la espera	

Fuente: Elaboración propia

El flujo de proceso de la utilización del modelo Kanban dentro de la línea de producción sería el siguiente.



**Figura 8. Sistema KANBAN área de producción**

Fuente: Elaboración propia

Asegurarse de que haya un equilibrio entre el flujo de trabajo y el suministro de materiales, evitando la acumulación de inventario innecesario y reduciendo los tiempos de espera.

En este caso como el modelo Kanban tendrá una estrategia de producción PULL (en la cual cada operación pedirá el número de piezas mínimo para operar y cumplir con la demanda diaria).

**4.2.5 Poka Yoke.** Implementar mecanismos de Poka Yoke para evitar errores y defectos en la línea de producción de muebles:

Utilizar sensores, dispositivos de verificación o alarmas para detectar errores durante el proceso de corte, armado, acabado, empaque y despacho. En la tabla 14 se presentan los dispositivos sugeridos en cada operación del proceso.

**Tabla 15. Dispositivos propuestos para la reducción de errores en la línea de producción.**

<b>Sensores de seguridad en corte:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores de presencia: Detectan la presencia de objetos o personas en áreas peligrosas de las máquinas de corte, activando una parada de emergencia para evitar accidentes.</li> <li>• Sensores de corte láser: Permiten realizar mediciones precisas y automatizadas para garantizar cortes precisos y uniformes en los materiales.</li> </ul>
<b>Dispositivos de verificación en armado:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Láser de nivelación: Utilizado para verificar la alineación correcta de las piezas y componentes durante el armado de los muebles.</li> <li>• Herramientas de medición (cintas métricas, calibradores, etc.): Ayudan a asegurar la precisión y la calidad en las medidas y dimensiones de las piezas ensambladas.</li> </ul>
<b>Dispositivos de verificación en acabado:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores de calidad de pintura: Detectan imperfecciones en la superficie de los muebles, como burbujas, rayones o manchas, para asegurar un acabado de alta calidad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidores de espesor de pintura: Permiten verificar que el grosor de la capa de pintura aplicada cumpla con los estándares establecidos.</li> </ul>
<b>Dispositivos de verificación en empaque:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanzas y básculas: Utilizadas para medir y controlar el peso de los muebles embalados, asegurando que cumplan con las especificaciones y requisitos de envío.</li> <li>• Dispositivos de detección de defectos en embalaje: Pueden incluir cámaras de visión artificial que inspeccionan visualmente el empaque para verificar la integridad y la correcta colocación de etiquetas o cierres.</li> </ul>
<b>Dispositivos de verificación en despacho:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Códigos de barras y lectores de código de barras: Utilizados para verificar y registrar la información de los muebles y los paquetes antes de su despacho.</li> <li>• Sistemas de seguimiento y localización: Permiten rastrear y monitorear los muebles en tiempo real durante el proceso de despacho y entrega.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Incorporar controles de calidad en cada etapa para prevenir la producción de productos defectuosos o no conformes. En la tabla 15 se evidencia cada uno de los controles propuestos.

**Tabla 16. Controles de calidad propuestos por operación.**

Etapa de corte:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un procedimiento de inspección visual para verificar la calidad de los materiales utilizados antes de iniciar el corte.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar dispositivos de medición, como calibradores, para verificar las dimensiones y la precisión de los cortes realizados.</li> <li>• Implementar controles de calidad para detectar defectos visuales, como rasguños, manchas o imperfecciones en los bordes de las piezas cortadas.</li> </ul>
Etapa de armado:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar inspecciones visuales de las piezas ensambladas para verificar la alineación, el ajuste correcto y la ausencia de defectos visibles.</li> <li>• Utilizar herramientas de medición, como calibradores o medidores de ángulos, para asegurar la precisión de las uniones y ensamblajes.</li> <li>• Implementar pruebas funcionales para verificar que los muebles ensamblados cumplen con los requisitos de funcionalidad y resistencia.</li> </ul>
Etapa de acabado:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar pruebas de resistencia a impactos o desgaste para garantizar la durabilidad y resistencia del acabado aplicado.</li> </ul>
Etapa de empaque:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una inspección final antes del empaque para verificar que los muebles estén libres de defectos visibles y cumplan con los estándares de calidad establecidos.</li> <li>• Utilizar dispositivos de verificación de peso, como básculas, para asegurar que los muebles empaquetados cumplan con los requisitos de peso especificados.</li> <li>• Implementar controles de calidad visuales en el proceso de embalaje para garantizar que los productos estén correctamente protegidos y etiquetados.</li> </ul>
Etapa de despacho:

- Realizar una revisión exhaustiva de la documentación de despacho, como la verificación de los pedidos y los documentos de envío, para evitar errores o confusiones en la entrega de los productos.
- Implementar procedimientos de control de calidad en el proceso de carga y descarga de los muebles para evitar daños durante el transporte.
- Realizar un seguimiento de la satisfacción del cliente después de la entrega para detectar cualquier problema y tomar medidas correctivas.

Fuente: Elaboración propia

Capacitar al personal en la identificación y solución de problemas para mejorar continuamente la calidad y reducir los desperdicios.

#### **4.2.6 Heijunka.** Como se evidencia a continuación.

Para poder aplicar el principio de nivelación de la producción (Heijunka) para evitar fluctuaciones extremas y lograr un flujo de trabajo más uniforme, se deben considerar los siguientes aspectos.

*Análisis de la demanda.* Realizar un análisis detallado de la demanda de muebles, identificando los patrones y variaciones en la demanda a lo largo del tiempo.

Utilizar datos históricos, tendencias de mercado y pronósticos para predecir la demanda futura con la mayor precisión posible.

*Agrupación de productos.* Agrupar los muebles en familias o categorías similares, considerando características comunes, procesos de fabricación y demanda asociada.

Establecer un flujo de trabajo y tiempos de producción estandarizados para cada grupo de productos.

*Establecimiento de un mix de producción.* Determinar la cantidad y variedad de productos a producir en un período determinado (por ejemplo, una semana o un mes).

*Nivelación de la carga de trabajo.* Distribuir la carga de trabajo de manera uniforme a lo largo del tiempo y evitar picos o valles extremos de producción.

Programar las órdenes de producción de manera que el número de muebles producidos sea constante y se ajuste a la demanda prevista.

*Establecimiento de secuencias de producción.* Definir una secuencia de producción óptima para cada grupo de productos, considerando las capacidades y restricciones de los equipos y personal.

Organizar las operaciones de corte, armado, acabado, empaque y despacho de manera que se minimicen los cambios y movimientos innecesarios.

*Flexibilidad y capacidad de respuesta.* Estar preparado para realizar ajustes rápidos en la programación de producción en caso de cambios inesperados en la demanda.

Mantener una comunicación fluida con los equipos de ventas, planificación y producción para adaptarse a las variaciones y cambios en la demanda.

Mencionado lo anterior el modelo Heijunka aplicado al proceso productivos de muebles, se evidencia a continuación. (Este ejemplo podrá ser replicado y ajustado por el encargado del área según las necesidades de la compañía y la disponibilidad de equipos)

Paso 1. Recolección de históricos de ventas. Esta información se obtuvo del área de ventas y facturación.

**Tabla 17. Ventas históricas DIFAR muebles año 2021 a 2023**

Fecha de compra	Ref	Cliente	Cantidad
07/01/2021	MT02	NA	5
16/01/2021	MT02	NA	3
23/01/2021	MT02	NA	6
28/01/2021	MT02	NA	1

28/01/2021	MT02	NA	2
07/02/2021	MT02	NA	4
08/02/2021	MT02	NA	2
11/02/2021	MT02	NA	2
23/02/2021	MT02	NA	3
26/02/2021	MT02	NA	4
27/02/2021	MT02	NA	4
01/03/2021	MT02	NA	5
02/03/2021	MT02	NA	3
12/03/2021	MT02	NA	3
17/03/2021	MT02	NA	1
20/03/2021	MT02	NA	4
21/03/2021	MT02	NA	5
15/04/2021	MT02	NA	6
29/04/2021	MT02	NA	5
17/05/2021	MT02	NA	5
29/05/2021	MT02	NA	3
31/05/2021	MT02	NA	6
08/06/2021	MT02	NA	1
14/06/2021	MT02	NA	1
22/06/2021	MT02	NA	1
27/06/2021	MT02	NA	6
08/07/2021	MT02	NA	1
13/07/2021	MT02	NA	5
17/07/2021	MT02	NA	6
01/08/2021	MT02	NA	5
03/08/2021	MT02	NA	2
14/08/2021	MT02	NA	7
17/08/2021	MT02	NA	4
26/08/2021	MT02	NA	1
26/08/2021	MT02	NA	1
02/09/2021	MT02	NA	7
04/09/2021	MT02	NA	4
14/09/2021	MT02	NA	4
17/09/2021	MT02	NA	6
17/10/2021	MT02	NA	5
27/10/2021	MT02	NA	6
06/11/2021	MT02	NA	2
20/11/2021	MT02	NA	3
22/11/2021	MT02	NA	4
23/11/2021	MT02	NA	4
28/11/2021	MT02	NA	3
04/12/2021	MT02	NA	3
05/12/2021	MT02	NA	2
20/12/2021	MT02	NA	4
23/12/2021	MT02	NA	1
23/12/2021	MT02	NA	2
26/12/2021	MT02	NA	3
09/01/2022	MT02	NA	2
11/01/2022	MT02	NA	4
11/01/2022	MT02	NA	3
13/01/2022	MT02	NA	6
16/01/2022	MT02	NA	3
18/01/2022	MT02	NA	5

26/01/2022	MT02	NA	1
10/02/2022	MT02	NA	4
11/02/2022	MT02	NA	6
18/02/2022	MT02	NA	6
25/02/2022	MT02	NA	3
26/02/2022	MT02	NA	6
01/03/2022	MT02	NA	3
04/03/2022	MT02	NA	5
05/03/2022	MT02	NA	5
11/03/2022	MT02	NA	3
11/03/2022	MT02	NA	5
16/03/2022	MT02	NA	2
17/03/2022	MT02	NA	4
19/03/2022	MT02	NA	3
27/03/2022	MT02	NA	3
04/04/2022	MT02	NA	3
06/04/2022	MT02	NA	1
07/04/2022	MT02	NA	3
08/04/2022	MT02	NA	2
14/04/2022	MT02	NA	6
16/04/2022	MT02	NA	6
21/04/2022	MT02	NA	1
23/04/2022	MT02	NA	1
30/04/2022	MT02	NA	3
16/05/2022	MT02	NA	2
23/05/2022	MT02	NA	5
25/05/2022	MT02	NA	5
10/06/2022	MT02	NA	3
20/06/2022	MT02	NA	5
27/06/2022	MT02	NA	4
28/06/2022	MT02	NA	4
28/06/2022	MT02	NA	2
08/07/2022	MT02	NA	3
09/07/2022	MT02	NA	4
14/07/2022	MT02	NA	6
15/07/2022	MT02	NA	3
17/07/2022	MT02	NA	4
30/07/2022	MT02	NA	2
31/07/2022	MT02	NA	2
22/08/2022	MT02	NA	6
26/08/2022	MT02	NA	2
26/08/2022	MT02	NA	6
29/08/2022	MT02	NA	6
19/09/2022	MT02	NA	2
26/09/2022	MT02	NA	6
01/10/2022	MT02	NA	4
14/10/2022	MT02	NA	7
16/10/2022	MT02	NA	5
21/10/2022	MT02	NA	2
07/11/2022	MT02	NA	2
12/11/2022	MT02	NA	1
17/11/2022	MT02	NA	5
08/12/2022	MT02	NA	2
09/12/2022	MT02	NA	5

12/12/2022	MT02	NA	6
21/12/2022	MT02	NA	3
22/12/2022	MT02	NA	1
25/12/2022	MT02	NA	4
07/01/2023	MT02	NA	2
13/01/2023	MT02	NA	6
15/01/2023	MT02	NA	2
17/01/2023	MT02	NA	1
19/01/2023	MT02	NA	6
21/01/2023	MT02	NA	1
23/01/2023	MT02	NA	5
23/01/2023	MT02	NA	3
24/01/2023	MT02	NA	1
24/01/2023	MT02	NA	4
29/01/2023	MT02	NA	3
31/01/2023	MT02	NA	5
03/02/2023	MT02	NA	3
18/02/2023	MT02	NA	5
22/02/2023	MT02	NA	2
24/02/2023	MT02	NA	2
25/02/2023	MT02	NA	1
26/02/2023	MT02	NA	1
04/03/2023	MT02	NA	4
14/03/2023	MT02	NA	6
15/03/2023	MT02	NA	3
16/03/2023	MT02	NA	5
25/03/2023	MT02	NA	1
31/03/2023	MT02	NA	1
04/04/2023	MT02	NA	6
04/04/2023	MT02	NA	2
06/04/2023	MT02	NA	5
11/04/2023	MT02	NA	1
17/04/2023	MT02	NA	2
24/04/2023	MT02	NA	5
29/04/2023	MT02	NA	1
07/05/2023	MT02	NA	3
09/05/2023	MT02	NA	5
21/05/2023	MT02	NA	1

Fuente: (DIFAR,2023)

Una vez extraídos los datos, se agruparon según el mes y año, para tener un consolidado de la información, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

**Tabla 18. Resumen Ventas históricas DIFAR muebles año 2021 a 2023**

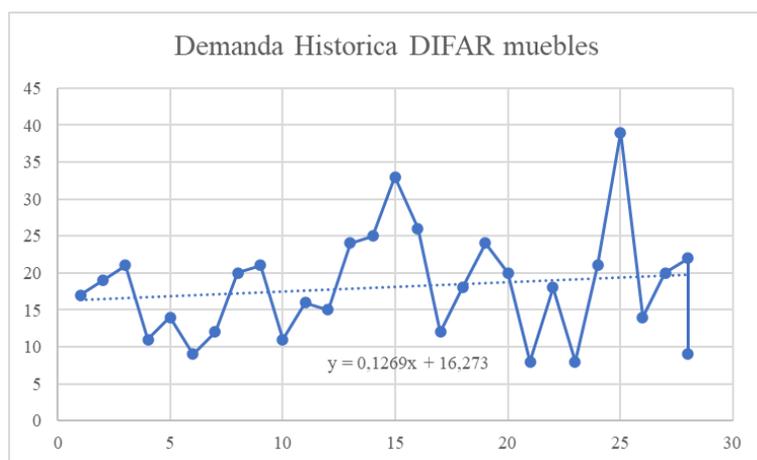
Mes	Ventas (Unidades/mes)		
	2021	2022	2023
Enero	17	24	39
Febrero	19	25	14
Marzo	21	33	20

Abril	11	26	22
Mayo	14	12	9
Junio	9	18	-
Julio	12	24	-
Agosto	20	20	-
Septiembre	21	8	-
Octubre	11	18	-
Noviembre	16	8	-
Diciembre	15	21	-

Fuente: Elaboración propia

Como bien se visualiza en la tabla 17, la empresa carece de datos de los últimos meses del año 2023 ( debido a que este no ha terminado), por tal razón en este apartado y cumpliendo con los intereses de la herramienta Heijunka, se procede a realizar un pronóstico de los próximos 7 meses con los 29 datos del histórico de ventas por mes , para este caso se realizó un pronóstico de la demanda a medio y largo plazo, debido a que estos según los experto, son los mejores para proyectar la demanda en un horizonte de tiempo de 3 a 18 meses o incluso más.

En este caso los modelos seleccionados, son el de suavización exponencial y la suavización exponencial doble, en donde es necesario realizar una gráfica para mirar la distancia cuantitativa de los datos y su ecuación de regresión (la cual se obtiene mediante los gráficos de Excel).

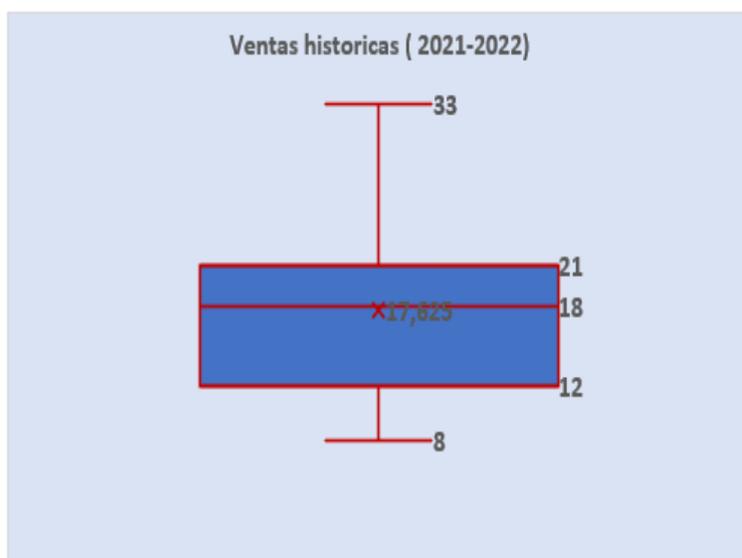


**Figura 9. Comportamiento demanda DIFAR muebles**

Fuente: Elaboración propia

No.	Ventas historicas
1	8
2	8
3	9
4	11
5	11
6	12
7	12
8	14
9	15
10	16
11	17
12	18
13	18
14	19
15	20
16	20
17	21
18	21
19	21
20	24
21	24
22	25
23	26
24	33

<b>Minimo</b>	8
<b>Maximo</b>	33
<b>media</b>	17,625
<b>mediana</b>	18
<b>moda</b>	21
<b>Q1</b>	12
<b>Q2</b>	18
<b>Q3</b>	21
<b>RIC</b>	9
<b>Bigote sup</b>	34,5
<b>Bigote inf</b>	-1,5



**Figura 10. Diagrama de cajas y bigotes**

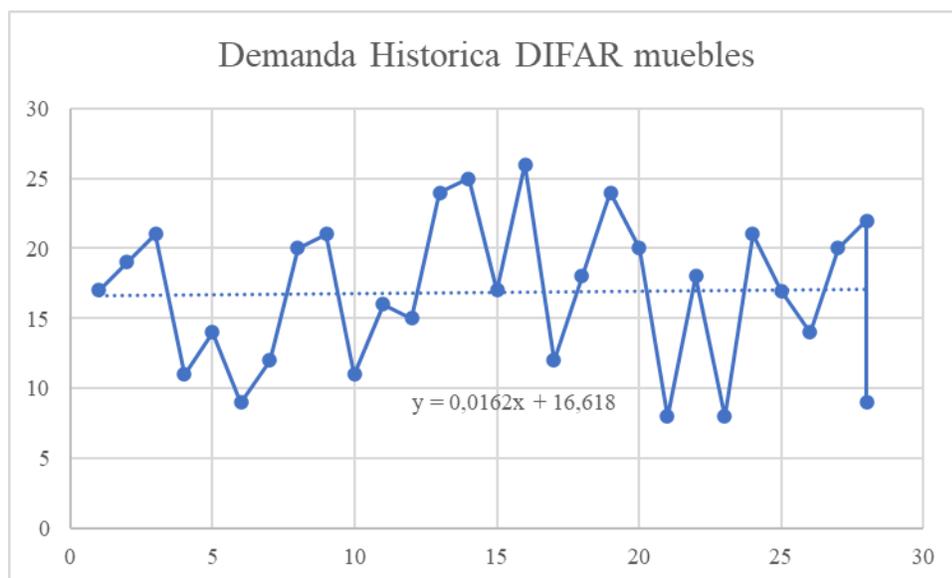
Las ventas que se realizaron por DIFAR MUEBLES S.A.S no son simétricas, se encuentran dentro de la varianza esperada y no se encontraron datos atípicos.

Distribución asimétrica Negativa.

El 50% de ventas mensuales fueron entre 12 y 21 muebles.

Como bien se logra apreciar en la figura 9 la demanda de la compañía, no cumple un patrón específico en su comportamiento u aparición a lo largo del tiempo, en el caso del dato de enero de 2023 y marzo de 2022 su valor está por encima del restante, por ende, se debe realizar un ajuste de este dato, para conseguir que modele a los demás, en este caso el dato será el promedio de los datos de los meses de enero y marzo en años anteriores.

Con esta modificación, la gráfica queda de la siguiente forma.



**Figura 11. Comportamiento demanda Ajustado DIFAR muebles**

Fuente: Elaboración propia

Para aplicar el suavizamiento exponencial doble y predecir los próximos 7 meses de demanda de muebles, necesitamos los valores de demanda para los meses anteriores y establecer los valores iniciales para las componentes de nivel, tendencia y estacionalidad. Utilizando los datos proporcionados, se puede asumir que el período de estacionalidad es de 12 meses, puesto que los datos parecen tener una estacionalidad anual.

En primer se debe realizar el suavizamiento exponencial doble a los datos hasta el mes 29 y luego se utilizó el modelo para predecir los próximos 7 meses.

**Paso 1:** Calcular las componentes iniciales

Nivel inicial (L1): Se toma el primer valor de demanda como nivel inicial.

$$L1 = 17.$$

Tendencia inicial (T1): Es la diferencia entre el segundo y primer valor de demanda como tendencia inicial.

$$T1 = 19 - 17 = 2.$$

Estacionalidad inicial (S1): No tenemos suficientes datos para calcular la estacionalidad inicial en este punto, así que asumiremos un valor inicial de 0 para S1.

**Paso 2:** Calcular las componentes de nivel, tendencia y estacionalidad para cada período  
Se utilizaron los parámetros de suavización exponencial

$$\alpha = 0.2, \beta = 0.3 \text{ y } \gamma = 0.1.$$

Calcula L2 (Estimación del nivel para el periodo 2):

$$L2 = \alpha * \text{Demanda}_2 + (1 - \alpha) * (L1 + T1)$$

$$L2 = 0.2 * 19 + 0.8 * (17 + 2)$$

$$L2 = 3.8 + 15.2$$

$$L2 = 19$$

Calcula T2 (Estimación de la tendencia para el periodo 2):

$$T2 = \beta * (L2 - L1) + (1 - \beta) * T1$$

$$T2 = 0.3 * (19 - 17) + 0.7 * 2$$

$$T2 = 0.6 + 1.4$$

$$T2 = 2$$

Calcula S2 (Estimación de la componente estacional para el periodo 2):

$$S2 = \gamma * (\text{Demanda}_2 - L2) + (1 - \gamma) * S1$$

$$S2 = 0.1 * (19 - 19) + 0.9 * 0$$

$$S2 = 0 + 0$$

$$S2 = 0$$

En resumen, con los valores que proporcionaste y las fórmulas dadas, los resultados son:

L2 (Estimación del nivel para el periodo 2): 19

T2 (Estimación de la tendencia para el periodo 2): 2

S2 (Estimación de la componente estacional para el periodo 2): 0

**Paso 3:** Realizar pronósticos

Utilizaremos las componentes calculadas para pronosticar los próximos 7 meses.

Para  $t = 30$ :

$$\text{Pronóstico}_{30} = L_{29} + T_{29} + S_{18} =$$

Para  $t = 31, 32, \dots, 36$ , realizamos el mismo cálculo, utilizando los pronósticos anteriores y actualizando las componentes en cada paso.

los pronósticos para los próximos 7 meses:

Mes 30: 21 Muebles/mes

Mes 31: 23 Muebles/mes

Mes 32: 23 Muebles/mes

Mes 33: 21 Muebles/mes

Mes 34: 19 Muebles/mes

Mes 35: 20 Muebles/mes

Mes 36: 19 Muebles/mes

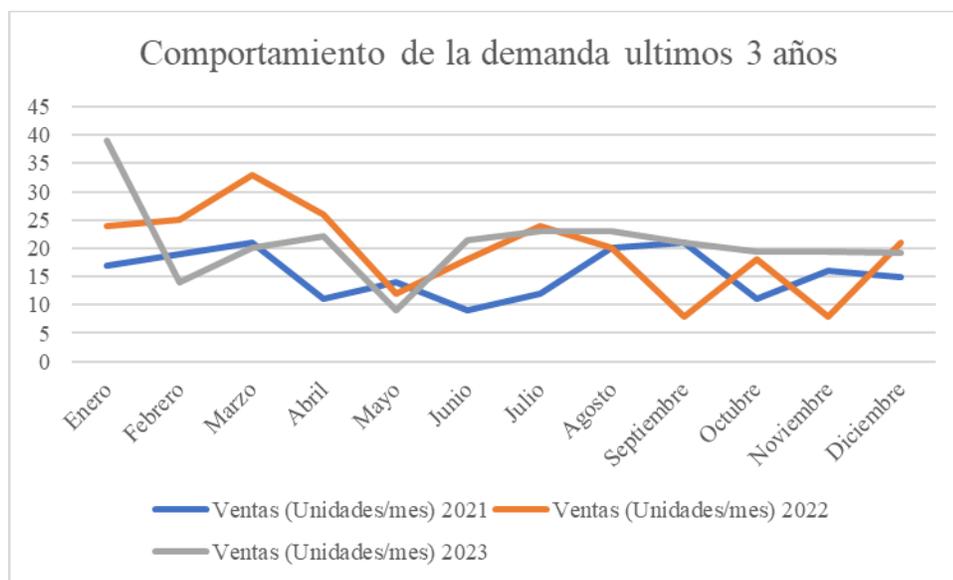
**Tabla 19. Pronostico calculado suavizamiento exponencial Triple**

Mes	Ventas (Unidades/mes)		
	2021	2022	2023

Enero	17	24	39
Febrero	19	25	14
Marzo	21	33	20
Abril	11	26	22
Mayo	14	12	9
Junio	9	18	21
Julio	12	24	23
Agosto	20	20	23
Septiembre	21	8	21
Octubre	11	18	19
Noviembre	16	8	20
Diciembre	15	21	19

Fuente: Elaboración propia

Para conocer el ajuste del pronóstico con los datos históricos anteriores, se graficaron las demandas con los pronósticos obtenidos, representando lo siguiente.



**Figura 12. Ajuste pronóstico con la demanda**

Fuente: Elaboración propia

Como bien se logra apreciar en la figura 11 el pronóstico se encuentra dentro del

conjunto de datos anteriores, por tal razón, se puede inferir que estos datos son aceptables para estimar algunos patrones de ventas futuros.

Para aplicar el suavizamiento exponencial doble (modelo de Holt) y predecir los próximos 7 meses de demanda de muebles, utilizaremos los datos proporcionados y estableceremos los valores iniciales para las componentes de nivel y tendencia.

Aquí está el proceso paso a paso:

**Paso 1:** Calcular las componentes iniciales

Nivel inicial (L1): Tomamos el primer valor de demanda como nivel inicial.

$$L1 = 17.$$

Tendencia inicial (T1): Tomamos la diferencia entre el segundo y primer valor de demanda como tendencia inicial.

$$T1 = 19 - 17 = 2.$$

**Paso 2:** Calcular las componentes de nivel y tendencia para cada período

Utilizaremos el parámetro de suavización exponencial  $\alpha = 0.2$  y  $\beta = 0.3$ , que son valores comunes para el suavizamiento exponencial aminorado.

Para  $t = 2$ :

$$L2 = \alpha * Demanda_2 + (1 - \alpha) * (L1 + T1) = 0.2 * 19 + 0.8 * (17 + 2) = 19$$

$$T2 = \beta * (L2 - L1) + (1 - \beta) * T1 = 0.3 * (19 - 17) + 0.7 * 2 = 2$$

Continuamos calculando las componentes para los siguientes períodos.

**Paso 3:** Realizar pronósticos

Utilizaremos las componentes calculadas para pronosticar los próximos 7 meses.

Para  $t = 30$ :

$$\text{Pronóstico}_{30} = L_{29} + T_{29} =$$

Para  $t = 31, 32, \dots, 36$ , realizamos el mismo cálculo, utilizando los pronósticos anteriores y actualizando las componentes en cada paso.

los pronósticos para los próximos 7 meses:

Mes 30: 21 muebles al mes

Mes 31: 23 muebles al mes

Mes 32: 25 muebles al mes

Mes 33: 26 muebles al mes

Mes 34: 28 muebles al mes

Mes 35: 30 muebles al mes

Mes 36: 31 muebles al mes

**Tabla 20. Pronostico calculado suavizamiento exponencial aminorado**

Mes	Ventas (Unidades/mes)		
	2021	2022	2023
Enero	17	24	39
Febrero	19	25	14
Marzo	21	33	20
Abril	11	26	22
Mayo	14	12	9
Junio	9	18	21
Julio	12	24	23
Agosto	20	20	25
Septiembre	21	8	26
Octubre	11	18	28
Noviembre	16	8	30
Diciembre	15	21	31

Fuente: Elaboración propia

**4.2.6.1 Planeación agregada.** Definido lo anterior se procede a realizar el balanceo de recursos, según la capacidad y tiempos de operación, para esto se recomienda a la compañía emplear un modelo de planeación agregada para definir los recursos óptimos para suplir la demanda propuesta, en este caso la estrategia de producción seleccionada será Mano de obra estable, horas de trabajo variables, según (Chase & Jacobs, 2016)

La primera estrategia es el ajuste, donde se busca igualar el índice de producción con el volumen de pedidos contratados, despidiendo empleados cuando disminuye el volumen de pedidos y contratando más cuando aumenta. Sin embargo, esta estrategia puede tener impactos emocionales en los empleados, ya que pueden temer ser despedidos una vez que se cubran los pedidos acumulados.

La segunda estrategia es mantener una mano de obra estable, pero variar las horas de trabajo, utilizando horarios laborales flexibles o horas extras para ajustar la producción según los pedidos. Esta estrategia ofrece continuidad para los empleados y evita los costos emocionales y tangibles asociados con la contratación y los despidos.

La tercera estrategia es la estrategia de nivel, donde se mantiene una mano de obra estable y se busca mantener un índice de producción constante. La escasez y el exceso de producción se absorben mediante fluctuaciones en los niveles de inventario, acumulación de pedidos y posibles pérdidas de ventas. Esta estrategia brinda estabilidad a los empleados, pero puede implicar niveles de servicio más bajos para los clientes y costos más altos de inventario. Además, existe el riesgo de que los productos inventariados se vuelvan obsoletos.

Con lo anterior los planes agregados diseñados para la compañía, se muestran a continuación.

**Tabla 21. Plan Agregado 1 DIFAR muebles 2 semestre de 2023**

Plan de producción. Mano de obra constante, tiempo extra								
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>Inventario Inicial</b>	0	1	0	0	0	3	4	8
<b>Días Hábiles por mes</b>	22	22	21	21	22	21	22	151
<b>Horas de producción disponibles (Días hábiles*8 horas/día*1 trabajador)</b>	176	176	168	168	176	168	176	1208
<b>Producción de turno normal (Horas producción disponibles/tiempo producción 1 pieza (8 horas))</b>	22	22	21	21	22	21	22	151
<b>Pronóstico de la demanda</b>	21	23	23	21	19	20	19	146

Unidades disponibles antes del tiempo extra (Inventario inicial+ producción turno normal-Pronostico de la demanda)	1	0	-2	0	3	4	7	13
Tiempo extra de las unidades	0	0	16	0	0	0	0	16
Costo tiempo extra (\$6041 COP * hora * número trabajadores)	\$ 0	\$ 0	\$ 773.248	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 773.248
Inventario de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades en exceso (Unidades disponibles antes del tiempo extra-Inventario de seguridad)	1	0	0	0	3	4	7	15
Costo de inventario (\$ 10000 COP * Unidad)	\$ 10.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 30.000	\$ 40.000	\$ 70.000	\$ 150.000
costo tiempo regular (horas producción disponibles * \$40000 COP)	\$ 7.040.000	\$ 7.040.000	\$ 6.720.000	\$ 6.720.000	\$ 7.040.000	\$ 6.720.000	\$ 7.040.000	\$ 48.320.000
<b>Coste Semestral</b>								\$ 49.243.248
<b>Promedio Mensual</b>								\$ 7.034.750

Fuente: Elaboración propia

Ejecutado el proceso de planeación agregada, se logra concluir que la compañía si emplea un modelo de producción con su mano de obra estable y horas extras, tendrá un coste semestral de \$ 49.243.248 millones de pesos colombianos, con un promedio mensual de \$ 7.034.750; con este modelo la generación de inventarios es nula en la gran mayoría de meses, además de esto el tiempo extra esperado será de 16 horas, las cuales se esperan que se presenten en los meses de septiembre a diciembre, del presente año.

**Tabla 22. Plan Agregado 2 DIFAR muebles 2 semestre de 2023**

Plan de producción 2. Producción exacta, mano de obra estable								
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Requerimiento de producción (pronóstico de la demanda + inventario de seguridad – inventario inicial)	21	24	23	21	19	23	23	154
Horas de producción requeridas (requerimiento de producción × 8 h/unidad)	168	192	184	168	152	184	184	1232

Días hábiles por mes	22	22	21	21	22	21	22	151
Horas al mes por trabajador (días hábiles × 8 h/día* número trabajadores)	1408	1408	1344	1344	1408	1344	1408	9664
Trabajadores requeridos (horas de producción requeridas/horas al mes por trabajador)	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuevos trabajadores contratados (si se supone que la mano de obra inicial es igual al requerimiento de 8 trabajadores de los primeros meses)	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de contratación (nuevos trabajadores contratados × \$50000)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Despido de trabajadores	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de despido (trabajadores despedidos × \$10000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo del tiempo normal (horas de producción requeridas × \$40000))	\$ 6.720.000	\$ 7.680.000	\$ 7.360.000	\$ 6.720.000	\$ 6.080.000	\$ 7.360.000	\$ 7.360.000	\$ 49.280.000
<b>Coste semestral</b>								\$ 49.280.000
<b>Coste mensual promedio</b>								\$ 7.040.000

Fuente: Elaboración propia

Elaborado el instrumento de planeación agregada, se logra concluir que la compañía si emplea un modelo de producción con su mano de obra variable y una producción constante, tendrá un coste semestral de \$ 49.280.000 millones de pesos colombianos, que en promedio serian \$ 7.040.000 pesos colombianos, con este modelo la generación de inventarios es nula en la

gran mayoría de meses, además de esto el número de contrataciones y despidos es de 0, puesto que el tiempo disponible es mayor al requerido.

**Tabla 23. Plan Agregado 3 DIFAR muebles 2 semestre de 2023**

Plan de producción. Mano de obra baja y constante, subcontratación								
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>Requerimiento de producción (pronóstico de la demanda + inventario de seguridad – inventario inicial)</b>	21	24	23	21	19	23	23	154
<b>Horas de producción disponibles (días hábiles × 8 h/día)</b>	176	176	168	168	176	168	176	1208
<b>Días hábiles por mes</b>	22	22	21	21	22	21	22	151
<b>Producción real (horas de producción disponibles/8 h por unidad)</b>	22	22	21	21	22	21	22	151
<b>Unidades subcontratadas (requerimiento de producción – producción real)</b>	0	2	2	0	0	2	1	3
<b>Costo de la subcontratación (unidades subcontratadas × \$20000)</b>	0	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 0	0	\$ 40.000	\$ 20.000	\$ 60.000
<b>Costo del tiempo normal (horas de producción disponibles × \$40000)</b>	\$ 7.040.000	\$ 7.040.000	\$ 6.720.000	\$ 6.720.000	\$ 7.040.000	\$ 6.720.000	\$ 7.040.000	\$ 48.320.000
<b>Total semestral</b>								\$ 48.380.000
<b>Total mensual promedio</b>								\$ 6.911.429

Fuente: Elaboración propia

Elaborado el instrumento de planeación agregada, se logra concluir que la compañía si emplea un modelo de producción Mano de obra baja y constante, subcontratación, tendrá un coste semestral de \$ 48,380,000 millones de pesos colombianos, que en promedio serian \$ 6 6.911.429 pesos colombianos, con este modelo la generación de inventarios es nula en la gran

mayoría de meses, además de esto el coste por unidades subcontratadas sería de \$60,000 pesos colombianos.

Realizado cada uno de estos planes agregados, se sugiere a la compañía realizar una estrategia de producción de Mano de obra baja y constante, subcontratación, puesto que esta es la que menor costo genera a la compañía.

**4.2.6.2 MPS (Master Production Schedule).** El MPS es un plan maestro de producción que se crea a partir de la planificación agregada. El MPS especifica qué productos se producirán, en qué cantidades y en qué momentos específicos.

En el contexto de Heijunka, el MPS se utiliza para programar la producción de manera uniforme a lo largo del tiempo, evitando picos y valles en la carga de trabajo. Se busca nivelar la producción y evitar cambios bruscos en la programación de la producción.

En este caso el MPS, realizado será para el próximo trimestre del año (junio, julio, agosto)

**Tabla 24. MPS propuesto DIFAR muebles**

Mueble DIFAR MT02	Demanda promedio= 25 muebles/mes				Demanda promedio= 25 muebles/mes				Demanda promedio= 25 muebles/mes			
	Pronostico Demanda total PAP=21 muebles/mes				Pronostico Demanda total PAP=23 muebles/mes				Pronostico Demanda total PAP=23 muebles/mes			
	Junio				Julio				Agosto			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Inventario Inicial	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0
Unidades pronosticadas	5	5	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5
Pedidos Clientes	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7
Inventario Final	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0
MPS	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	2

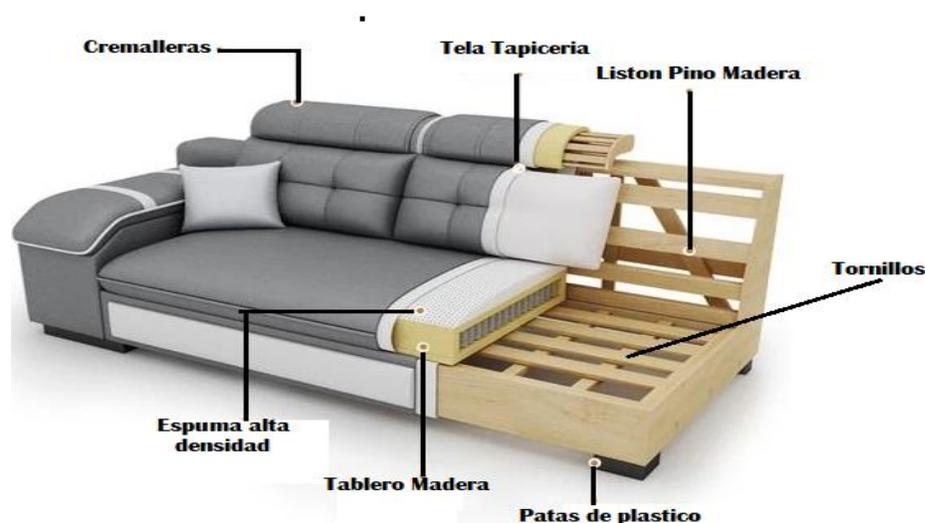
Fuente: Elaboración propia

El MPS indica la cantidad de unidades planificadas para producir en cada semana para satisfacer la demanda esperada. Los valores varían de 1 a 3 unidades por semana, dependiendo del mes y la semana en particular.

**4.2.6.3 MRP (Material Requirements Planning).** El MRP es un sistema que ayuda a gestionar y planificar los requerimientos de materiales necesarios para cumplir con el plan de producción. El MRP calcula las cantidades de materiales necesarias y el momento de su adquisición o producción en función de la demanda y las necesidades de producción.

En el contexto de Heijunka, el MRP se utiliza para asegurar un suministro constante y equilibrado de materiales a lo largo del tiempo, evitando la acumulación innecesaria de inventario y garantizando un flujo suave de materiales a lo largo de la línea de producción.

Antes de diseñar el MRP, es importante realizar el árbol del producto, para conocer por zona cuanto se requiere.



**Figura 13. Modelo y componentes Mueble MT02**

Fuente: Elaboración propia

**4.2.6.4 la clasificación por niveles del BOM (Bill of Materials) de la lista de materiales para la elaboración de un sillón doble:**

**Tabla 25. Boom de materiales**

Niveles	Unidades de fabricación por unidad		Nomenclatura
	Cantidad	Medidas	

Nivel 0. Sillón Doble	1 unidad		A
Tapicería			B
Espuma de alta densidad	35 kg		C
Tela de tapicería	1 pieza	5 metros	D
Cremalleras	4 metros		E
Hilo de coser	1 carrete	100 metros	F
Estructura principal			G
Tablero de madera	1 unidad	8 mts	H
Listones de madera	6 unidades	24 mts	I
Tornillos	48 unidades		J
Respaldo			K
Tablero de madera	1 unidad	8 metros	L
Listones de madera	2 unidad	8 metros	M
Tornillos	24 unidades		N
Soporte inferior			O
Patas de plástico	6 unidades		P
Tornillos	18 unidades		Q

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama de los materiales

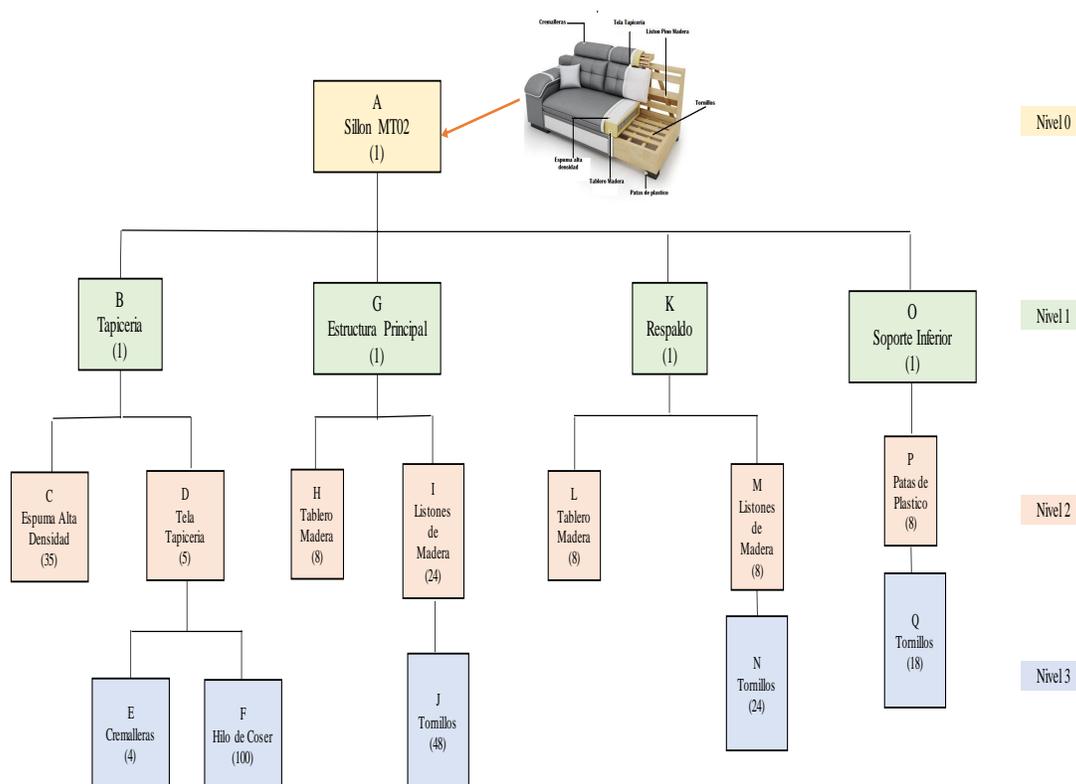


Figura 14. Diagrama Boom de Materiales

Fuente: Elaboración propia

Con la figura 12 diseñada, se procede a realizar el formato MRP de acuerdo a las cantidades y nivel de cada componente empleado en el diseño y en ensamble del mueble MT02, a continuación, se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 26. Registro de Inventarios**

Registro de inventario									
Código	Descripción	Nivel	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Recepciones programadas	
								Semana	Cantidad
A	Sillón Mt 02	0	0	0	Sillón Mt 02	1	1	1	0
B	Tapicería	1	0	0	Sillón Mt 02	1	1	1	0
C	Espuma alta densidad	2	350	0	Tapicería	35	1	1	3500
D	Tela tapicería	2	50	0	Tapicería	5	1	1	500
E	cremalleras	3	200	0	Tela tapicería	4	1	1	2000
F	hilo de coser	3	1000	0	Tela tapicería	100	1	1	10000
G	Estructura principal	1	0	0	Sillón Mt 02	1	1	1	0
H	Tablero de madera	2	80	0	Estructura principal	8	1	1	800
I	Listones de madera	2	240	0	Estructura principal	24	1	1	2400
J	tornillos	3	600	0	Listones de madera	48	1	1	6000
K	Respaldo	1	0	0	Sillón Mt 02	1	1	1	0
L	Tablero de madera	2	80	0	Respaldo	8	1	1	800
M	Listones de madera	2	80	0	Respaldo	8	1	1	800
N	Tornillos	3	600	0	Listones de madera	24	1	1	6000
O	Soporte inferior	1	0	0	Sillón Mt 02	1	1	1	0
P	Patas de plástico	2	80	0	Soporte inferior	8	1	1	800
Q	Tornillos	3	600	0	Patas de plástico	18	1	1	6000

Fuente: Elaboración propia

Según lo anterior el MRP para la referencia MT02, es el siguiente.

**Tabla 27. Plan de requerimiento de materiales junio 2023 Sillon MT02**

9									
Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo			
						1	2	3	4
Sillón Mt 02	1	1	0	0	Necesidades brutas	69	69	69	69
					Recepciones programadas	69	69	69	69
					Disponible	0	0	0	0
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Tapicería	1	1	0	0	Necesidades brutas	69	69	69	69
					Recepciones programadas	0	0	0	0
					Disponible	0	0	0	0
					Necesidades netas	69	69	69	69
					Recepción de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Espuma alta densidad	35	1	3500	0	Necesidades brutas	2415	2415	2415	2415
					Recepciones programadas	0	3500	2500	500
					Disponible	1085	2170	2255	340
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	3500	2500	500	0
					Lanzamiento de orden	3500	2500	500	0
Tela tapicería	5	1	50	0	Necesidades brutas	345	345	345	345
					Recepciones programadas	500	250	250	330
					Disponible	205	110	15	0
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	250	250	330	0
					Lanzamiento de orden	250	250	330	0
cremalleras	4	1	200	0	Necesidades brutas	276	276	276	276
					Recepciones programadas	2000	0	0	0
					Disponible	1924	1648	1372	1096
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
hilo de coser	100	1	1000	0	Necesidades brutas	6900	6900	6900	6900
					Recepciones programadas	10000	10000	10000	0
					Disponible	4100	7200	10300	3400

					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	10000	10000	0	0
					Lanzamiento de orden	10000	10000	0	0
Estructura principal	1	1	0	0	Necesidades brutas	69	69	69	69
					Recepciones programadas	69	69	69	69
					Disponible	0	0	0	0
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Tablero de madera	8	1	80	0	Necesidades brutas	552	552	552	552
					Recepciones programadas	800	800	800	0
					Disponible	328	576	824	272
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	800	800	0	0
					Lanzamiento de orden	800	800	0	0
Listones de madera	24	1	240	0	Necesidades brutas	1656	1656	1656	1656
					Recepciones programadas	2400	2400	2400	0
					Disponible	984	1728	2472	816
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	2400	2400	0	0
					Lanzamiento de orden	2400	2400	0	0
tornillos	48	1	600	0	Necesidades brutas	3312	3312	3312	3312
					Recepciones programadas	6000	6000	6000	0
					Disponible	3288	5976	8664	5352
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	6000	6000	0	0
					Lanzamiento de orden	6000	6000	0	0
Respaldo	1	1	0	0	Necesidades brutas	69	69	69	69
					Recepciones programadas	69	69	69	69
					Disponible	0	0	0	0
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Tablero de madera	8	1	80	0	Necesidades brutas	552	552	552	552
					Recepciones programadas	800	800	800	0
					Disponible	328	576	824	272
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	800	800	0	0
					Lanzamiento de orden	800	800	0	0
	8	1	80	0	Necesidades brutas	552	552	552	552

Listones de madera					Recepciones programadas	800	800	800	0
					Disponible	328	576	824	272
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	800	800	0	0
					Lanzamiento de orden	800	800	0	0
Tornillos	24	1	600	0	Necesidades brutas	1656	1656	1656	1656
					Recepciones programadas	6000	6000	0	0
					Disponible	4944	9288	7632	5976
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	6000	0	0	0
Soporte inferior	1	1	0	0	Necesidades brutas	69	69	69	69
					Recepciones programadas	69	69	69	69
					Disponible	0	0	0	0
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	0	0	0	0
Patas de plástico	8	1	80	0	Necesidades brutas	552	552	552	552
					Recepciones programadas	800	800	800	0
					Disponible	328	576	824	272
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	800	800	0	0
Tornillos	18	1	600	0	Necesidades brutas	1242	1242	1242	1242
					Recepciones programadas	6000	0	0	0
					Disponible	5358	4116	2874	1632
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se evidencia el plan de requerimiento de materiales para la elaboración del sillón MT02, durante el mes de junio, para interpretar esta información, es importante detallar las semanas y los inventarios iniciales de cada material, en este caso un ejemplo de análisis se muestra a continuación.

Artículo Tela de tapicería. Para este Ítem, se presenta el siguiente análisis.

**Necesidades brutas:** La cantidad requerida para cada período de tiempo es constante (345 unidades) ya que solo se necesita 1 carrete para fabricar el sillón doble.

**Recepciones programadas:** Se programaron recepciones de 500 unidades en el período 1, 250 unidades en el período 2, 250 unidades en el período 3 y 330 unidades en el período 4.

**Disponible:** Se tiene un inventario inicial de 50 unidades al comienzo del período 1.

**Necesidades netas:** Es la diferencia entre las necesidades brutas y las recepciones programadas o disponibles. En todos los períodos, no hay necesidades netas, ya que las recepciones son suficientes para cubrir las necesidades brutas.

**Recepción de orden:** Las cantidades programadas para recibir se presentan en el período 1, 2, 3 y 4.

**Lanzamiento de orden:** Las cantidades programadas para lanzar la orden también se presentan en el período 1, 2, 3 y 4.

Del mismo modo, se analizaron cada uno de los elementos que integran el MRP del sillón.

Con el MRP diseñado la empresa, puede emplear el modelo Kanban para elaborar las piezas semanales demandas, en este caso las tarjetas a emplear se muestran a continuación, cada tarjeta de estas debe emplearse de dos formas diferentes una para el proceso productivo y otra para el proceso de abastecimiento, en el caso del abastecimiento de piezas en la primera semana

las tarjetas deberían ser.

**Tabla 28. Ejemplo Kanban de abastecimiento**

Descripción del producto:		Sillón MT02(Tablero madera Estructura principal)			
Tarjeta Kanban					
Cantidad	800	Lead time (Semanal)	0	Fecha pedida	01/06/2023
Proveedor	Área Producción			Fecha Entrega	01/06/2023
Solicitado por	Área de producción			Tarjeta 1 de 1	
				Ubicación	DIFAR

Fuente: Elaboración propia

La tarjeta Kanban proporciona información esencial para el proceso de abastecimiento y producción de los sillones MT02 en la empresa Difar. Al utilizar el sistema Kanban, el área de producción puede solicitar una cantidad específica de sillones en función de la demanda y el nivel de inventario actual. El lead time de 1 semana indica el tiempo que el proveedor necesita para entregar los sillones después de recibir la solicitud. El análisis de esta tarjeta, se muestra a continuación

**Cantidad:** La tarjeta Kanban indica que se requiere una cantidad de 800 metros de madera de tipo Tablero.

**Lead time (Semanal):** El tiempo de entrega o lead time es de 0 semana, lo que significa que el proveedor (área de producción) debe entregar los 800 metros de madera el mismo día que se solicita.

**Fecha pedida:** La fecha de pedido es el 01/06/2023, lo que indica cuándo se hizo la solicitud para los 800 metros de madera.

**Proveedor:** El proveedor encargado de suministrar los sillones MT02 es el área de producción de la empresa

Ahora bien, para el caso del proceso de producción un ejemplo de aplicación del modelo

Kanban, se muestra a continuación.

**Tabla 29. Ejemplo Kanban de producción**

Descripción del producto:		Sillón MT02(Tornillos Base Inferior)			
Tarjeta Kanban					
Cantidad	8	Lead time (Semanal)	0	Fecha pedida	01/06/2023
Proveedor	Área de producción		Fecha Entrega	01/06/2023	
Solicitado por	Área de ensamble		Tarjeta 1 de 1		
			Ubicación		

Fuente: Elaboración propia

En este caso vemos que el área de producción suministra individualmente a cada proceso y así mismo las distintas áreas de producción suministran a otras áreas, por ejemplo, el área de ensamble, suministra al área de empaque y esta envía a la zona de despacho.

**4.2.7 Poka Yoke.** Para el caso de la herramienta Poka Yoke, la herramienta propuesta es la siguiente.

Objetivo: Prevenir errores y defectos en el proceso de fabricación del sillón doble para mejorar la calidad y eficiencia del producto final.

Pasos del proceso de fabricación:

**Corte y ensamblaje de la estructura de madera:**

Aplicación del Poka-Yoke: Implementar un guía o plantilla para el corte de la madera que indique las medidas y ángulos precisos para cada pieza. Esto asegura que las piezas de madera se corten y ensamblen de manera adecuada, evitando errores en las medidas y el ensamblaje incorrecto.

**Colocación de los cojines de espuma:**

Aplicación del Poka-Yoke: Colocar marcas o etiquetas distintivas en cada cojín de espuma y en las áreas correspondientes dentro del sillón donde deben ser ubicados. Esto ayuda a

los ensambladores a identificar rápidamente qué cojín debe colocarse en cada posición, evitando errores en la secuencia de ensamblaje.

**Fijación de la tapicería:**

Aplicación del Poka-Yoke: Utilizar una combinación de colores o patrones en los diferentes componentes de la tapicería y en las partes del sillón donde deben ser fijados. De esta manera, se asegura que cada parte de la tapicería sea colocada en la posición correcta, evitando errores de orientación o ubicación.

**Verificación de calidad final:**

Aplicación del Poka-Yoke: Implementar una lista de verificación con puntos críticos de inspección para asegurar que todos los pasos de fabricación se hayan llevado a cabo correctamente. Esto incluye verificar medidas, acabados, fijaciones y otras características importantes. Si se detecta alguna desviación, se activa una alarma o una pausa en la línea de producción para corregir el problema antes de continuar.

**Empaque y etiquetado:**

Aplicación del Poka-Yoke: Utilizar etiquetas o códigos de barras para identificar y rastrear cada sillón doble durante el proceso de empaque y envío. Esto asegura que cada sillón sea empacado correctamente y que se le asigne el destino correcto para su distribución.

**4.3 Establecer indicadores que permitan evaluar la evolución continua del proceso para validar la mejora con el presente proyecto.**

Para evaluar la evolución continua del proceso y validar la mejora con el proyecto de Lean Manufacturing en la empresa Difar, es fundamental establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) que reflejen los aspectos críticos del proceso y su eficiencia. Estos indicadores proporcionarán información objetiva sobre cómo está funcionando el proceso y

permitirán identificar áreas de mejora.

Los indicadores relevantes para evaluar el éxito del proyecto de Lean Manufacturing dentro de la compañía, son los siguientes:

**Tiempo de ciclo:** Mide el tiempo promedio que lleva producir un sillón doble, desde el inicio hasta el final del proceso. Un objetivo de Lean es reducir el tiempo de ciclo para eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia.

**Productividad:** Mide la cantidad de sillones dobles producidos en un período de tiempo determinado en comparación con el tiempo de trabajo empleado. La mejora de la productividad es uno de los objetivos clave de Lean Manufacturing.

**Tasa de defectos:** Mide la cantidad de sillones dobles defectuosos o no conformes producidos en relación con el total de sillones producidos. El objetivo de Lean es reducir los defectos y mejorar la calidad del producto.

**Nivel de inventario:** Mide la cantidad de materiales y productos en inventario en comparación con la demanda actual. Una reducción en el nivel de inventario puede indicar una mejora en la eficiencia del proceso.

**Lead time:** Mide el tiempo transcurrido desde que se realiza un pedido hasta que se entrega el producto al cliente. Reducir el lead time es un objetivo importante en Lean para satisfacer al cliente de manera más rápida y efectiva.

**Uso de espacio:** Mide la utilización efectiva del espacio en el área de producción. El uso eficiente del espacio es fundamental en Lean para eliminar desperdicios y optimizar el flujo de trabajo.

**OEE (Overall Equipment Efficiency):** Mide la eficiencia general de los equipos de producción. Este indicador tiene en cuenta la disponibilidad, rendimiento y calidad de los

equipos y procesos.

**Cumplimiento de plazos de entrega:** Mide la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos de entrega acordados con los clientes. Cumplir con los plazos de entrega es un aspecto importante para la satisfacción del cliente.

**Costo de producción:** Mide el costo total de producción de los sillones dobles. Una reducción de los costos de producción es un objetivo común en Lean.

**Tabla 30. Fórmulas de cálculo indicadores**

Fórmulas de Calculo Indicadores		
Ítem	Formula	objetivo
Tiempo de ciclo	= Tiempo total de producción / Cantidad de sillones dobles producidos	El objetivo es reducir el tiempo de ciclo para eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia.
Productividad	= Cantidad de sillones dobles producidos / Tiempo de trabajo empleado	El objetivo es aumentar la productividad para producir más unidades en menos tiempo.
Tasa de defectos	= (Número de sillones defectuosos / Número total de sillones producidos) x 100	El objetivo es reducir la tasa de defectos para mejorar la calidad del producto.
Nivel de inventario	= Cantidad total de inventario (materiales y productos)	El objetivo es reducir el nivel de inventario para evitar exceso de stock y costos asociados.
Lead time	= Fecha de entrega - Fecha de pedido	El objetivo es reducir el lead time para satisfacer al cliente de manera más rápida y efectiva.
Uso de espacio	= Espacio utilizado para producción / Espacio total disponible	El objetivo es maximizar el uso del espacio para optimizar el flujo de trabajo.
OEE (Overall Equipment Efficiency)	= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	El objetivo es maximizar el OEE para mejorar la eficiencia de los equipos de producción.
Disponibilidad	= (Tiempo de funcionamiento real / Tiempo programado) x 100	
Rendimiento	= (Cantidad de piezas producidas / Cantidad de piezas programadas) x 100	
Calidad	= (Cantidad de piezas buenas / Cantidad total de piezas producidas) x 100	
Cumplimiento de plazos de entrega	= (Número de pedidos entregados a tiempo / Número total de pedidos) x	El objetivo es alcanzar un alto cumplimiento de plazos de

	100	entrega para satisfacer al cliente.
Costo de producción	= Costo total de insumos y mano de obra para producir los sillones dobles	El objetivo es reducir el costo de producción para aumentar la rentabilidad.

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, el indicador OEE, requiere de un cálculo más amplio de otras variables, para este factor se propone una plantilla de cálculo con las distintas variables independientes del cálculo.

Variables Independientes									
Tiempo estándar de fabricación	Tiempo por turno	Tiempo planeado (comidas, reuniones, juntas, etc.)	Tiempo de paradas	Tiempo de alistamiento	Tiempo de cambios	Tiempo de esperas	Producción real (C)	Número de unidades defectuosas	Número de unidades remanufacturadas
100	8,00	1,00	0,50	0,25	1,00	0,75	2	0,3	0,4
Variables dependientes									
Tiempo disponible (A)	Tiempo muerto	Tiempo productivo (B)	Tiempo eficiente	Disponibilidad	Capacidad productiva (D)	Eficiencia	Calidad	Tiempo de calidad	OEE
7,00	2,50	4,50	1,33	64,3%	1,5	133,33%	90%	1,20	77,43%
PLANIFICACIÓN	TIEMPO TOTAL = 8horas/turno							Tiempo muerto = 2,5Horas/turno	
	Tiempo disponible = 5,5horas/turno								
Disponibilidad (B/A) 0,642857142857143	A	7							
	B	4,5			Tiempo muerto = 2,5 "hora/turno				
Eficiencia (D/C) 1,33333333333333	C	2							
	D	1,5			Ritmo reducido = 1 unidades/turno				
Calidad (F/E) 0,9	E	1,8							
	F	2			Defectos y retrabajos = 0,2 unidades/turno				
OEE	77,43%								

**Figura 15. Variables independientes y dependientes de cálculo**

Fuente: Elaboración propia

Con la anterior plantilla es preciso, calcular el indicador OEE del proceso, para esto es importante destacar una definición de cada una de las variables de cálculo.

**Variables Independientes:**

Tiempo estándar de fabricación: Es el tiempo que se considera necesario para producir una unidad o un lote de productos bajo condiciones normales, sin detenciones ni contratiempos.

Tiempo por turno: Es la duración total de un turno de trabajo, que generalmente se expresa en horas.

Tiempo planeado (comidas, reuniones, juntas, etc.): Tiempo destinado a actividades planeadas que no están directamente relacionadas con la producción.

Tiempo de paradas: Tiempo durante el cual la producción se detiene debido a diversas razones, como averías de maquinaria, falta de materiales, etc.

Tiempo de alistamiento: Tiempo requerido para preparar la maquinaria o equipos antes de iniciar la producción o cambiar de un producto a otro.

Tiempo de cambios: Tiempo necesario para cambiar de una tarea o proceso a otra.

Tiempo de esperas: Tiempo en el que los operadores o empleados deben esperar sin realizar ninguna actividad productiva.

Producción real (C): Cantidad total de unidades producidas durante el turno.

Número de unidades defectuosas: Cantidad de unidades que no cumplen con los estándares de calidad.

Número de unidades remanufacturadas: Cantidad de unidades defectuosas que se han reparado y vuelto a poner en producción.

### **Variables Dependientes:**

Tiempo disponible (A): Es el tiempo total disponible para la producción y se obtiene restando el tiempo planeado y el tiempo de paradas del tiempo por turno.

Tiempo muerto: Es el tiempo en el que no se realiza ninguna actividad productiva y se obtiene restando el tiempo productivo del tiempo disponible.

Tiempo productivo (B): Es el tiempo real que se destina a la producción y se obtiene restando el tiempo de alistamiento, el tiempo de cambios y el tiempo de esperas del tiempo disponible.

Tiempo eficiente: Es el cociente entre la producción real y el tiempo productivo.

Disponibilidad: Es el cociente entre el tiempo disponible y el tiempo por turno, expresado como un porcentaje.

Capacidad productiva (D): Es el cociente entre la producción real y el tiempo estándar de fabricación, expresado como un porcentaje.

Eficiencia: Es el cociente entre el tiempo eficiente y el tiempo disponible, expresado como un porcentaje.

Calidad: Es el cociente entre la producción real y la producción planificada, expresado como un porcentaje.

Tiempo de calidad: Es el cociente entre el tiempo productivo y la producción real.

OEE (Overall Equipment Effectiveness): Es un indicador que mide la eficiencia general de los equipos de producción y se calcula multiplicando la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

## 5 Conclusiones

Con base a los resultados del análisis profesional, se pudo observar que hay una mezcla de calificaciones y observaciones en los diferentes aspectos evaluados. Algunos aspectos, como los tiempos de entrega, la eficiencia operativa, otros factores relevantes, eficiencia y productividad, participación y capacitación de los empleados, y mejora continua, estaban operando parcialmente y existiendo una documentación relacionada. No obstante, otros aspectos como la organización del espacio, gestión de inventario, cultura y compromiso organizacional, procesos y flujo de valor, y gestión de la calidad no están operando actualmente, pero existe documentación relacionada. Esto sugiere que se han realizado algunos esfuerzos para abordar estos aspectos, pero aún no se ha logrado su implementación completa.

Por otro lado, en el análisis VSM, la relación entre el tiempo que genera valor y el que no genera valor es de 0.0476, con lo cual se pudo concluir que una pequeña fracción del tiempo total disponible de la compañía se utiliza en actividades que generan valor, mientras que la mayor parte del tiempo se dedica a actividades que no generan valor directamente para el cliente.

Los indicadores clave de rendimiento (KPIs) seleccionados proporcionan una visión completa y objetiva del rendimiento del proceso de producción, lo que permitirá identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas. Mediante el uso de indicadores como el tiempo de ciclo, la productividad, la tasa de defectos, el nivel de inventario, el lead time, el uso de espacio, el OEE y otros, la empresa podrá evaluar la eficiencia de su operación y la calidad de los productos fabricados. La disponibilidad y cumplimiento de plazos de entrega son aspectos clave para satisfacer a los clientes y mantener la competitividad en el mercado.

Con la implementación adecuada de estos indicadores, la empresa podrá medir el progreso de la mejora continua en el proceso de fabricación, identificar áreas de oportunidad y

ajustar sus estrategias para maximizar la eficiencia y la calidad de los productos. Asimismo, los indicadores permitirán comparar el rendimiento actual con los objetivos establecidos y medir el impacto del proyecto de Lean Manufacturing en la empresa.

## **6 Recomendaciones**

Dado que se ha identificado que algunos aspectos como la organización del espacio, gestión de inventario, cultura y compromiso organizacional, procesos y flujo de valor, y gestión de la calidad no están operando actualmente, pero existen documentación relacionada, es importante priorizar estos aspectos y enfocar los esfuerzos en su implementación completa. Establecer un plan de acción específico para cada uno de ellos y asignar responsabilidades claras para su ejecución.

La implementación adecuada de indicadores clave de rendimiento (KPIs) permitirá tener una visión clara y objetiva del rendimiento del proceso de producción. Es fundamental establecer un sistema de medición de estos indicadores y llevar un seguimiento continuo para evaluar el progreso de la mejora continua y tomar decisiones informadas. Los KPIs seleccionados deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la empresa y permitir la identificación temprana de desviaciones para tomar acciones correctivas oportunamente.

## 7 Bibliografía

- Cadavid, L. R. (2013). Justificación conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing. *Revista Heurística*, 3 - 4.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2016). *Administración de operaciones*. Mexico: Mc Graw Hill. Obtenido de [https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1W2jjAhedfzzLfwezLu\\_z\\_X90U7Z94H8s](https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1W2jjAhedfzzLfwezLu_z_X90U7Z94H8s)
- Contreras, J. Y., Moreno, D. B., Solano, A. F., Ríos, L. F., & Barajas, P. A. (2020). *La gestión ambiental y su impacto en el desarrollo de las actividades productivas*. Cucuta: UFPS. Obtenido de [https://ww2.ufps.edu.co/public/archivos/oferta\\_academica/c1e305df1bcc23076a4f3fd71ac0834e.pdf](https://ww2.ufps.edu.co/public/archivos/oferta_academica/c1e305df1bcc23076a4f3fd71ac0834e.pdf)
- Contreras, L. A. (2021). *Determinación De La Huella De Carbono Y Medidas De Mitigación Para La Organización*. Universidad Francisco de Paula Santander. Cucuta: UFPS.
- DANE. (2020). *Encuesta Ambiental Industrial (EAI)*. Bogota: DANE. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/encuesta-ambiental-industrial-eai>
- Esperanza, O. L. (2022). *La Esperanza*. Obtenido de Quienes Somos: <https://www.organizacionlaesperanza.com/nuestra-organizacion/historia/>
- Hernandez, F. E., Ivan, V. C., & Chacon, M. R. (2017). Aplicación de Lean Manufacturing En El Diseño De Una Mejora tecnológica en una microempresa. *Gestión de la innovación para la competitividad*. Obtenido de [https://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC\\_2017\\_paper\\_345.pdf](https://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_345.pdf)
- ICONTEC. (2022). *Normas Ambientales*. Obtenido de <https://www.icontec.org/>
- López, G. F., & Cabrera, K. Y. (2018). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL*

*BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015, APLICADO A LA EMPRESA ATLÁNTICA*

*SRL. Universidad Católica Santo Toribio, Chiclayo. Obtenido de*

*[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1464/1/TL\\_CubasLopezGina\\_MendozaCabreraKaren.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1464/1/TL_CubasLopezGina_MendozaCabreraKaren.pdf)*

Lopez, J. C. (2018). *Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en el proceso productivo de una empresa del sector juguete*. Valencia: UPV. Obtenido de

*<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105323/MART%20C3%8DNEZ%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20herramientas%20Lean%20Manufacturing%20en%20el%20proceso%20productivo%20de%20una%20empresa%20....pdf?sequence=1>*

MARTINEZ, D. F., & OCAMPO, D. V. (2011). *Mejorar el sistema productivo de una fabrica de confecciones en la ciudad de cali aplicando herramientas lean manufacturing*. Cali:

UNIVERSIDAD ICES.

Millan, M. S., & Ocoro, E. A. (2017). *Diseño del Sistema de Gestión Ambiental Bajo la Norma ISO 14001 Para el centro de formación Juvenil Buen Pastor de Cali*. Universidad

Autónoma de Occidente. Cali: UAO. Obtenido de

*<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9906/T07576.pdf?sequence=1&isAllowed=y>*

Ministerio Ambiente Colombia. (Junio de 2022). *Sistema de Gestión Ambiental*. Obtenido de

*Sistema de Gestión Ambiental: <https://www.minambiente.gov.co/planeacion-y-seguimiento/sistema-de-gestion-ambiental/>*

Ministerio del Ambiente Peru. (2022). *Sistema de Gestión Ambiental*. Obtenido de Sistema de

*Gestión Ambiental: <https://www.minam.gob.pe/gestion-ambiental/>*

Palacios, R. H. (2021). *Implementación De La Norma ISO 14001:2015 En El Sistema De*

- Gestión Ambiental De La Empresa Embotelladora San Miguel Del Sur – Huaura 2018.*  
Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carron. Huacho: UNJFSC. Obtenido de  
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4509/RICHARD%20HAMILTON%20SALDARRIAGA%20PALACIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paola, S. R., & Nicolle, J. G. (2022). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Del Ben S.A.S de la ciudad de Cúcuta.* Cucuta: UL. Obtenido de  
<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/23792#:~:text=El%20proyecto%20se%20desarrolla%20en%20torno%20a%20la,un%20incremento%20en%20la%20productividad%20de%20la%20empresa.>
- Roa, J. D., & Muñoz, L. V. (2018). *Diseño del sistema de gestion Ambiental con Base a La Norma NTC ISO 14001-2015 para la emporea ECOVIDA de Villavicencio Meta.* Universidad Santo Tomas. Villavicencio: UST. Obtenido de  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15415/2019juanrodriguez.pdf?sequ>
- Rodríguez, C. E., & Bernal, A. D. (2017). *Aplicación de herramientas Lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.* Bogota: UDS. Obtenido de  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=ing\\_industrial](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=ing_industrial)
- Rosado, M. L. (2019). *ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA.* Cajamarca: Universidad privada del norte.
- Sanchez, G. P., & Quintero, A. S. (2021). *Estrategias Para El Mejoramiento De La Gestión Ambiental En Los Procesos Constructivos De Las Empresas Dedicadas A La Construcción De Vivienda De Interés Social En El Área Metropolitana De Cúcuta.*

Universidad Libre de Colombia. Cucuta: ULIBRE. Obtenido de

[https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/21895/Resumen.pdf?sequence=](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/21895/Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/21895/Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villa, C. I. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA CONTINUA BASADO EN METODOLOGÍA LEAN PARA LÍNEA DE FIBRA EN PLANTA*. Cabrero: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN .