



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

“Propuesta de implementación de la filosofía *Lean Manufacturing* en el área de tapizado de la empresa Moble”

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

Autor:

Paula Carolina Martínez Ochoa

Director de Tesis:

Dr. Sc. Jonnatan Avilés González

CUENCA–ECUADOR

2021

Dedicatoria

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarle este proyecto a cada uno de mis seres queridos, sobre todo al ser que me dio la vida, mi madre Lucia Ochoa, porque es la motivación de mi vida y la razón para sentirme tan orgullosa de culminar una meta más.

Gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de tu orgullo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones y la fortaleza que me ha brindado para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

También quiero agradecer a mi esposo Diego Zambrano y mi hija Gianna Zambrano que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre cumplir una meta más. Sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

Así mismo deseo expresar mi reconocimiento a mi director de Tesis Jonnatan Avilés por su paciencia y dedicación para guiarme durante todo este transcurso.

Tabla de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Tablas	vi
Índice de Anexos	ix
Resumen	x
ABSTRACT	ii
Introducción	ii
Capítulo 1	3
Antecedentes y Análisis de la situación inicial	3
1. Antecedentes y Análisis de la situación actual	4
1.1. Descripción de la empresa	4
1.2. Planteamiento del problema	5
1.3. Proceso de tapizado y su distribución de planta	6
1.4. Descripción del proceso productivo de tapizado	9
1.5. Análisis del VSM actual	9
Capítulo 2	17
Marco teórico.....	17
2. Marco teórico.....	18
2.1. Antecedentes de la Manufactura Esbelta.....	18
2.2. Estrategias para el Mejoramiento Continuo.....	20
2.3. Sistema de Producción Toyota (TPS).....	22
Capítulo 3	25
Propuesta de implementación.....	25
3. Propuesta de implementación.....	26
3.1. Evaluación para la aplicación de las herramientas <i>Lean</i>	26
3.2. Asignación de herramientas <i>Lean</i>	27
3.3. Propuesta de mejora continua.....	29
Capítulo 4	32

Implementación y Resultados	32
4. Implementación y Resultados.....	33
4.1. Las 3'S.....	33
4.2. Herramienta Poka-Yoke	37
4.3. Herramienta Andon	39
4.4. Eventos Kaizen	42
4.5. VSM después de las mejoras	43
Conclusiones	45
Bibliografía.....	46
Anexos	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Tiempo de ciclo.....	11
Tabla 2. Proceso de elaboración de un Juego de Sala	12
Tabla 3. Tabla de porcentajes de Valor Agregado.....	13
Tabla 4. Porcentaje de desperdicios en el proceso de producción de un Juego de Sala	13
Tabla 5. Evaluación para la aplicación de herramientas Lean	26
Tabla 6. Valoración de asignación de herramientas Lean.....	27
Tabla 7. Clasificación de la familia de productos.....	52
Tabla 8. Porcentaje de desperdicio mejorado	61

Índice de Figuras

Figura 1. Demanda de los muebles	6
Figura 2. Layout de la empresa Moble	7
Figura 3. Layout del área de Tapizado.....	8
Figura 4. VSM Actual.....	10
Figura 5. Análisis visual de la situación actual	14
Figura 6. Principales metodologías de mejoramiento en manufactura en el mundo	21
Figura 7. Pasos para la implementación del TPS (Sistemas de Producción Toyota).....	24
Figura 8. Cronograma de la propuesta de implementación	29
Figura 9. Cronograma para la implementación de herramientas Lean y Eventos Kaizen	33
Figura 10. Circulo de frecuencia de uso	35
Figura 11. Lista de objetos necesarios	36
Figura 12. Análisis comparativo de la mesa de trabajo	38
Figura 13. Análisis comparativo de la ubicación de materia prima.....	38
Figura 14. Análisis comparativo del proceso de pegado	39
Figura 15. Implementación del Tablero Andon	40
Figura 16. Comparativa de los Layouts del área de Tapizado.....	41
Figura 17. VSM después de la mejora	44
Figura 18. Falta de señalización	48
Figura 19. Ubicación de producto terminado.....	48
Figura 20. Trabajo realizado fuera del área permitida.....	49
Figura 21. Ubicación de las herramientas y materiales	49
Figura 22. Diagrama de Flujo de Tapizado para la elaboración de una sala	50
Figura 23. Diagrama de flujo	51
Figura 24. Demanda de Salas.....	52
Figura 25. Materia Prima	53
Figura 26. Ubicación de materiales.....	53
Figura 27. Distribución del área de tapizado	54
Figura 28. Puesto de trabajo.....	54
Figura 29. Tarjeta Roja 5´S	55
Figura 30. Formato de evaluación de área de trabajo.....	56
Figura 31. Lista de objetos innecesarios	57
Figura 32. Ubicación específica para ordenar materiales y herramientas.....	57
Figura 33. Lista de artículos para la limpieza	58
Figura 34. Ubicación para plantillas	58
Figura 35. Ubicación para esponjas y retazos	59

Figura 36. Ubicación para esponjas finas y otros materiales	60
Figura 37. Estante para tapices y otros materiales	61
Figura 38. Comparativa de Diagrama Spaghetti	62

Índice de Anexos

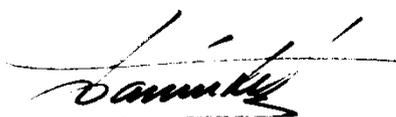
Anexo 1. Señalización	48
Anexo 2. Distribución del área de Tapizado.....	48
Anexo 3. Proceso Productivo del área de Tapizado.....	50
Anexo 4. Diagrama de flujo del proceso de fabricación.....	51
Anexo 5. Clasificación de la familia de productos	52
Anexo 6. Demanda de los productos de Salas	52
Anexo 7. Situación actual del área de Tapizado	53
Anexo 8. Implementación de Herramientas Lean	55
Anexo 9. Prueba Piloto	58
Anexo 10. Resultados de la mejora.....	61

Resumen

La presente tesis se basa en la implementación de la filosofía *Lean* en la empresa Moble, para lograr mayor competitividad y rentabilidad de sus productos y servicios. Mediante el análisis de la situación actual, trazado en el VSM, se observaron varios desperdicios dentro del área de Tapizado, que no agregan valor como: movimientos innecesarios, transporte, inventarios en exceso y esperas.

El objetivo principal fue elaborar una propuesta de mejora continua para disminuir y eliminar los desperdicios. Así mismo se analizaron algunas herramientas *Lean* como: 5'S, Poka Yoke, Andon y los eventos Kaizen, que permitieron el desarrollo de una prueba piloto. Finalmente se propuso una tarjeta y ficha de evaluación para lograr que el proceso continúe bajo la mejora aplicada.

Palabras clave: *Lean*, VSM, desperdicios, mejora continua, 5'S, Andon, Kaizen.

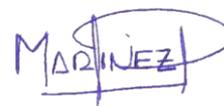


Ing. Iván Coronel

Coordinador de la Escuela de Ingeniería de la Producción



Ing. Jonnatan Avilés González
Director del trabajo de titulación



Paula Carolina Martínez Ochoa
Autora

ABSTRACT

ABSTRACT This thesis is based on the implementation of the Lean philosophy in Moble, to achieve greater competitiveness and profitability of its products and services. Through the analysis of the current situation, which was traced in the VSM, several waste products were observed within the Upholstery area, which did not add value such as: unnecessary movements, transportation, excess inventories and standbys. The main objective was to develop a proposal for continuous improvement to reduce and eliminate waste. Some Lean tools were also analyzed, such as: 5'S, Poka Yoke, Andon and Kaizen events, which allowed the development of a pilot test. Finally, a card and evaluation sheet were proposed to ensure that the process continues under the improvement applied.

Key Word: Lean, VSM, wastes, continuous improvement, 5'S, Andon, Kaizen



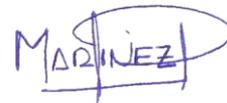
Ing. Iván Coronel

Coordinator of the Production Engineering School



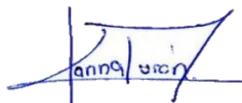
Ing. Jonnatan Avilés González

Thesis Director



Paula Carolina Martínez Ochoa

Author



Introducción

La Manufactura Esbelta o también conocida como *Lean Manufacturing*, se ha definido como una filosofía de excelencia operacional, a través de herramientas que ayudan a eliminar todas las actividades que no agregan valor al producto o servicio. El principal objetivo en el presente trabajo es elaborar una propuesta de mejora en el proceso de tapizado de la empresa Moble por medio de la implementación de la filosofía *Lean*.

Se propone implementar la filosofía *Lean* para alcanzar la mejora continua de los procesos productivos inmersos en la empresa y así mantener un margen de calidad en sus productos. Es de gran importancia establecer herramientas que permitan mejorar el sistema de fabricación, logrando así incrementar la rentabilidad de los ingresos y la satisfacción del cliente como también la reducción de desperdicios y tiempos.

En este estudio se presenta la información necesaria que plasma la situación actual de la empresa, específicamente en el área de tapizado, donde se realiza un estudio de los productos que se elaboran, la calidad de los mismos, su costo y el tiempo que toma elaborarlos, una vez obtenida esta información se puede conocer los procesos para que puedan ser controlados y mejorados.

Capítulo 1

Antecedentes y Análisis de la situación inicial

1. Antecedentes y Análisis de la situación actual

Se da a conocer como está conformada la empresa, ya sea de transformación o de servicio, las técnicas y herramientas con las que cuenta, materiales, maquinas, mano de obra, métodos, medio ambiente y sobre todo los procesos (Socconini, 2008).

1.1. Descripción de la empresa

Moble, fue fundada por la Sra. Lucia Ochoa en el año 2001, empezó como un taller pequeño de muebles, su planta industrial ha crecido paulatinamente, en la actualidad la empresa se dedica a la fabricación y comercialización de muebles para el hogar, cuenta con siete operarios en planta, cuatro personas en oficina y cinco vendedores.

Su producción es en masa y continua desde el área de Preparación hasta Armado; es decir, su proceso es de tipo flow shop y a partir del área de Lijado, Lacado y Tapizado su producción es job shop, donde el volumen de operación es más bajo, dado que los muebles terminados son específicamente para almacenes y clientes.

La mayoría de los productos que fabrican están en la escala de lo moderno, cuenta con una amplia gama de muebles en salas, comedores y dormitorios, sus locales están ubicados en la ciudad de Cuenca y Manta.

Los valores estratégicos de Moble son:

- **Compañerismo:** La empresa trata de mantener un gran nivel de compañerismo entre sus trabajadores
- **Respeto a los clientes:** La empresa considera y valora a los clientes ofreciendo un excelente trato promoviendo las buenas relaciones y entrega de los productos a tiempo.
- **Innovación:** La empresa está a la vanguardia de nuevos diseños y siempre a la expectativa de ofrecer buenos servicios
- **Responsabilidad:** La empresa es responsable del bienestar y la satisfacción del cliente

La Visión de Moble es:

Ser una empresa líder en la fabricación y comercialización de muebles, posicionando nuestra marca a nivel nacional con altos estándares de calidad, diseños únicos e innovadores, manteniendo la mejora continua de sus procesos y ofreciendo el mejor servicio al cliente.

La Misión de Moble es:

Somos una empresa que forma parte de cada uno de los hogares, con diseños innovadores en muebles y con los más altos estándares de calidad dentro de la industria.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente la empresa no cuenta con estudio de tiempos, de las actividades y tareas realizadas en el proceso de tapizado, tampoco cuenta con señalización al interior de la planta (revisar **Anexo 1**) y existe una falta de consistencia en la programación de la producción como el control de los errores del operario. Por otro lado, los desperdicios en el área de tapizado son eminentes puesto que la inversión en horas extras se realiza sin contar con un programa definido, existe falta de organización en el área de trabajo y una distribución inadecuada de las instalaciones.

Los 7 tipos de desperdicios (*muda*) más conocidos generalmente son: sobreprocesamiento, sobreproducción, inventario en exceso, exceso de transporte, defectos, movimientos innecesarios y esperas. Las fuentes de desperdicios están relacionadas entre sí, por lo tanto, al deshacer una fuente de desperdicio conlleva a eliminar o reducir otros desperdicios adicionales, es por ello que se propone la aplicación de herramientas basadas en la filosofía *Lean*, las cuales permitirán hallar algunas posibles causas, con la finalidad de encontrar soluciones a los problemas raíz.

Por medio de datos emitidos por la empresa, se analiza la demanda que tienen los juegos de salas, comedores y dormitorios durante el año 2017, 2018 y 2019 calculando un porcentaje promedio de ventas, dando como resultado lo siguiente: 44% de las ventas representa los juegos de salas, el 32% en juegos de comedores y el 24% en juegos de dormitorios.

Como se puede observar en la Figura 1 se identificó la demanda de los productos durante tres años consecutivos, se tiene que los juegos de salas generaron más ventas a comparación de los comedores y dormitorios.



Figura 1. Demanda de los muebles

Por otro lado, los muebles con mayor demanda dentro del mercado nacional son los juegos de salas, considerando también que todo juego de comedor lleva el 30% de tapizado y dentro de la gama de dormitorios el 20% de las camas son tapizadas. Tomando como referencia la información emitida por la empresa su mayor productividad está concentrada en el área de tapizado, sin embargo, su espacio físico no cuenta con la adecuada distribución de las mesas de trabajo y materia prima (ver **Anexo 2**).

1.3. Proceso de tapizado y su distribución de planta

El proceso de tapizado se realiza después del armado de los muebles y en algunas ocasiones después del proceso de lacado (ver **Anexo 3**). Actualmente el espacio físico que ocupa esta área es de $43.62m^2$, donde se encuentran ubicadas dos mesas de trabajo; una para cada operario, como se observa en la Figura 2.

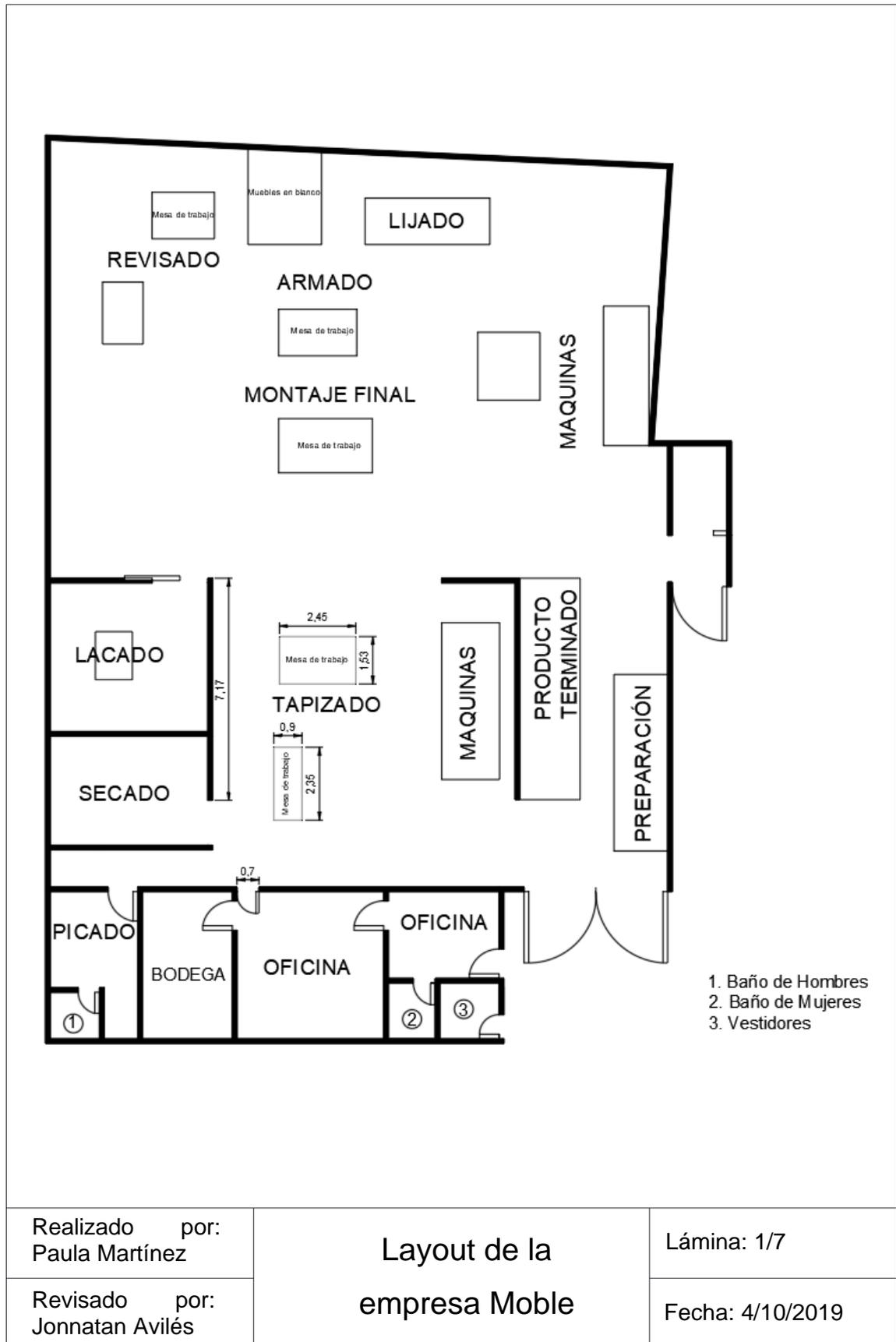


Figura 2. Layout de la empresa Moble

En la Figura 3 se indican las condiciones actuales del área de tapizado y se da a conocer la distribución de los puestos de trabajo, materia prima y producto terminado de tapicería.

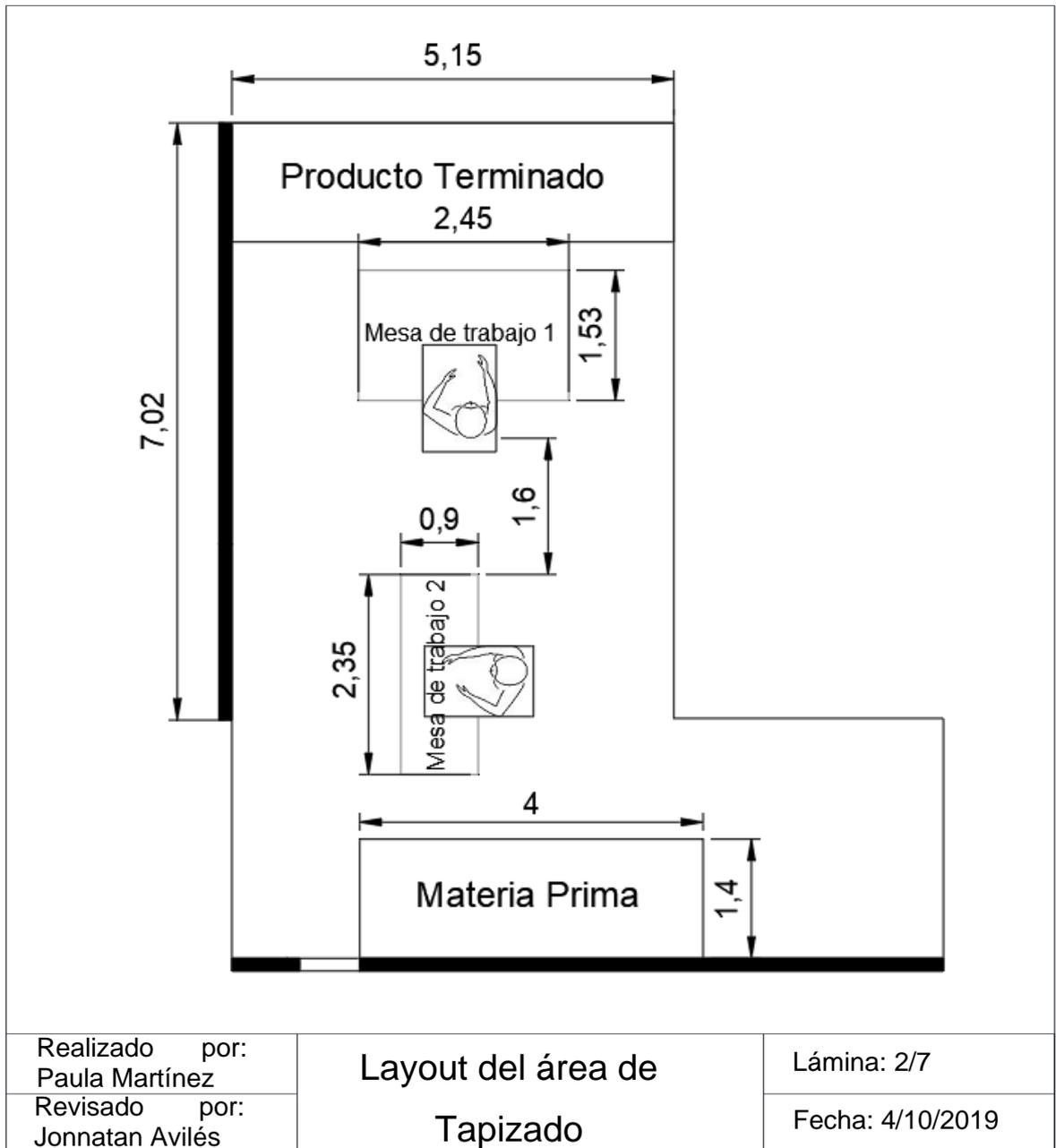


Figura 3. Layout del área de Tapizado

El método de trabajo en el área de Tapizado es de tipo Job shop, cada operario realiza el proceso de inicio a fin, como se puede observar en la Figura 3 existe mayor desperdicio de transporte del operario 2 para trasladar la materia prima hacia la mesa de trabajo.

1.4. Descripción del proceso productivo de tapizado

El proceso empieza por la recepción del plan semanal, el operario encargado del área de tapizado realiza un listado de materiales que se necesitan para la elaboración de los muebles tapizados como salas, camas, sillas y complementos los cuales son entregados directamente al departamento de compras.

Hasta que el material sea entregado en su totalidad se empieza por el pretapizado de los muebles, colocando cinta elástica y sacos en los cascos o cartón prensado, posteriormente se cortan las esponjas según la medida que sea necesaria, se procede a pegar las esponjas con cemento de contacto y en algunas ocasiones se corta el plumón para la parte superior de los asientos de las salas y espaldares. Por último, se coloca el tapiz sobre el casco cerrando con grapas y colocando cambrel o tafeta en la parte inferior, finalmente se instalan las patas para el terminado del mueble (ver **Anexo 3**).

Mediante la representación gráfica del proceso de tapizado, se puede observar de mejor manera las actividades implicadas dentro del proceso, donde se muestra la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales (ver **Anexo 4**).

1.5. Análisis del VSM actual

Por medio del siguiente diagrama se puede visualizar el flujo de los productos, información y materiales para la elaboración de juegos de salas, también donde se encuentra el valor y el desperdicio. Con el VSM podemos encontrar oportunidades de mejora, que permitan eliminar desperdicios dentro del proceso de producción, además proporciona información de como procesar entre clientes y proveedores, la manera de distribuir el producto y la forma en que se suministra la información a los procesos.

En base a un análisis de la demanda se colocaron los procesos macro para la fabricación de los juegos de salas, dentro del área de tapizado se identificaron cinco actividades principales con sus respectivos tiempos y el número de operadores que intervienen en el proceso.

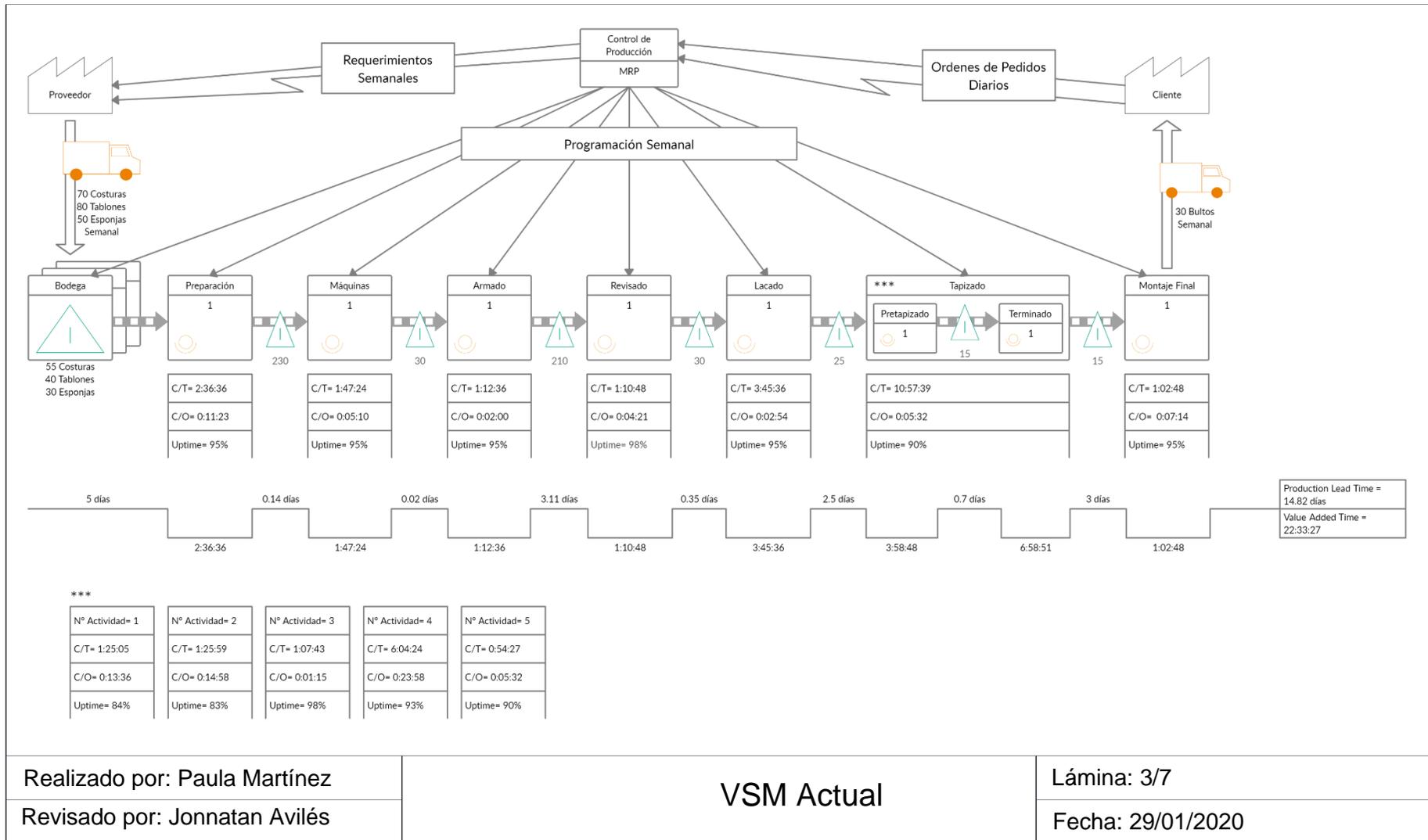


Figura 4. VSM Actual

El VSM actual representa el proceso de la elaboración de un juego de sala completo, en el cual se puede visualizar el flujo de información y productos que son necesarios para el funcionamiento diario de la empresa, además, mediante la toma de tiempos se identificó el tiempo de ciclo total y el tiempo sin valor agregado, sabiendo que el tiempo de ciclo es el que pasa entre la fabricación de una pieza o producto completo y la siguiente.

1.5.1. Actividades del proceso de tapizado

Cada una de las actividades que se han seleccionado dentro del proceso de producción, son registradas en función de si agregan valor o no agregan valor al cliente.

Se identificó una familia de 3 productos (ver **Anexo 5**) y la relación con sus respectivas actividades:

- Actividad 1: Pretapizado
- Actividad 2: Cortado de esponja
- Actividad 3: Pegado de esponja
- Actividad 4: Tapizado
- Actividad 5: Montaje

Para obtener los tiempos de ciclo de cada actividad, se estableció la familia de productos, considerando la información proporcionada por la empresa de toda la gama de salas vigentes (ver **Anexo 6**), donde se identificaron tres líneas con mayor demanda.

Tabla 1. Tiempo de ciclo

TIEMPO DE CICLO						
PRODUCTO	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	TIEMPO
Sala Palermo	1:24:01	1:54:16	1:04:18	7:17:57	1:03:22	12:43:55
Sala Marvin	1:36:27	1:14:24	1:24:50	6:55:24	0:50:21	12:01:26
Sala Toronto	1:14:48	1:09:17	0:54:02	3:59:51	0:49:39	8:07:37
PROMEDIO	1:25:05	1:25:59	1:07:43	6:04:24	0:54:27	10:57:39

Como se puede visualizar en la Tabla 1, las actividades con mayor tiempo o demora se efectúan en la producción de la Sala Palermo, con un tiempo de ciclo de 12:43:55, considerando que su demanda es mayor comparado con la Sala Toronto que genera un tiempo de ciclo bajo de 8:07:37.

1.5.2. Análisis de valor agregado

En la Tabla 2 se describe la secuencia de actividades o tareas que se realizan en el proceso de elaboración de un juego de sala, donde se identifican las actividades que agregan valor y las que no agregan valor, también se muestran los tiempos que requiere cada actividad y se identifican los tipos de desperdicio que existen dentro del proceso.

Tabla 2. Proceso de elaboración de un Juego de Sala

PROCESO DE TAPIZADO									
#	Actividad	Tipo						Descripcion	Tiempo
		□	⇒	▽	◇	○	△		
1	Pretapizado				X			Escoger los cascos de la sala	0:03:38
2	Pretapizado		X					Llevar los cascos de armado al área de tapizado	0:04:24
3	Pretapizado		X					Llevar los materiales de la bodega al área	0:05:34
4	Pretapizado							Grapar la cinta elástica en los cascos	0:22:27
5	Pretapizado				X			Separar los sacos o cartones	0:19:25
6	Pretapizado				X			Cortar los sacos o cartones	0:10:01
7	Pretapizado							Grapar los sacos o cartones en los cascos	0:19:36
8	Cortado de esponjas					X		Escoger el tipo de esponjas a utilizar	0:14:58
9	Cortado de esponjas				X			Trazar las medidas sobre las esponjas	0:24:20
10	Cortado de esponjas							Cortar las esponjas bajo medidas	0:46:41
11	Pegado de esponjas							Poner cemento de contacto sobre las esponjas	0:24:46
12	Pegado de esponjas					X		Secar el cemento de contacto	0:13:33
13	Pegado de esponjas							Pegar las esponjas sobre los cascos	0:29:24
14	Tapizado		X					Llevar las costuras de la bodega al área	0:06:12
15	Tapizado				X			Separar los tapices a utilizar	0:17:46
16	Tapizado							Enfundar los cascos	2:05:40
17	Tapizado							Grapar el tapiz en los cascos	2:13:28
18	Tapizado							Colocar plumón en los cojines espaldares	1:21:18
19	Montaje							Unir los cascos de asientos, espaldares y brazos	0:34:07
20	Montaje							Colocar cambrel en la parte inferior de los cascos	0:10:33
21	Montaje							Colocar las patas de la sala	0:09:47

A partir de la descripción del proceso de tapizado para realizar un juego de sala, como esta descrito en el grupo de familia, se describen las actividades y tareas con su respectivo tiempo de ciclo.

Se encontraron cuatro tipos de desperdicios en las siguientes actividades:

- Pretapizado: movimientos innecesarios y transporte
- Cortado de esponjas: inventario en exceso y movimientos innecesarios
- Pegado de esponjas: esperas
- Tapizado: transporte y movimientos innecesarios

Para el cual se procedió a sacar el tiempo total del proceso, el tiempo que agrega valor y no agrega valor para el cliente, esta herramienta nos permite analizar mediante cifras cuanto se desperdicia en el valor agregado.

Tabla 3. Tabla de porcentajes de Valor Agregado

Tabla de porcentajes de VA		
Tiempo total del proceso	10:57:38	100%
Tiempo de actividades que agregan valor	8:57:47	81,78%
Tiempo de actividades que no agregan valor	1:59:51	18,22%

El tiempo promedio para elaborar un juego de sala es de 11 horas aproximadamente, por lo cual el 81.78% agrega valor y el 18.22% no agrega valor, se clasificaron los tipos de desperdicios encontrados dentro del proceso, en forma porcentual, por medio de una tabla y un gráfico que permite interpretar de manera más detallada las actividades que no agregan valor para ser optimizadas por medio de la mejora al implementar la filosofía *Lean*.

Tabla 4. Porcentaje de desperdicios en el proceso de producción de un Juego de Sala

Porcentaje de desperdicio en el proceso de producción		
Movimientos innecesarios	1:15:10	11,43%
Transporte	0:16:10	2,46%
Esperas	0:13:33	2,06%
Inventario en exceso	0:14:58	2,28%

El 18.22% que se identificó como valor no agregado, es la sumatoria de los desperdicios encontrados en cada actividad, se puede observar que el porcentaje más alto son los movimientos innecesarios que existen en el proceso, con el 11.43% de la producción de un juego de sala.

1.5.3. Snap Picture

Esta técnica permitirá evidenciar de forma gráfica tres etapas: la etapa inicial, es decir, cuando no se ha implementado ninguna mejora; la etapa intermedia y la etapa final cuando ya se haya implementado las propuestas de mejora.

Se puede observar el área de tapizado de la empresa Moble por medio de las siguientes imágenes, donde se realiza un análisis cada una.



Figura 5. Análisis visual de la situación actual

Por medio del análisis visual, como se muestra en la Figura 5, se observan varios detalles dentro del lugar de trabajo que nos inducen a evidencias de comportamientos. Los beneficios de estas fuentes permiten encontrar el problema raíz para el mejoramiento continuo, como se puede observar en los siguientes puntos:

- Materiales acumulados sobre los puestos de trabajo (ver **Anexo 2**).
- Los materiales a usar no se encuentran al alcance y esto dificulta al operario efectuar su trabajo con facilidad.
- La manguera para utilizar la grapadora no tiene la caída sobre la mesa de trabajo, por lo tanto, esto dificulta al operario realizar las tareas de manera adecuada.
- Las esponjas están ubicadas en otra área por la mala distribución de los puestos en tapizado. (ver **Anexo 7**).
- La materia prima no está organizada en un solo lugar.
- Existen objetos innecesarios que incomodan el lugar de trabajo.
- Las mesas de trabajo no se encuentran organizadas y los materiales se encuentran colocados sobre la maquinaria.
- No se tiene el espacio suficiente para colocar el producto terminado.
- Existe gran cantidad de materia prima.
- Existen retazos sin utilizar que se encuentran por debajo de las mesas.
- Cuando existe una gran demanda de pedidos, el espacio físico se reduce.
- Se verificó que las plantillas que utilizan para trazar no cuentan con un lugar específico al momento de guardar.
- Los operarios de esta sección no utilizan adecuadamente los implementos de seguridad.
- Existe herramientas y equipos que no se están utilizando.
- No tiene cajones o el puesto adecuado para colocar los tornillos o materiales pequeños.
- En ocasiones tienen que trabajar en una mesa dos operarios por el desorden.
- No se tienen ubicados los muebles terminados en un lugar específico por falta de señalización.
- Existen objetos innecesarios que incomodan el lugar de trabajo como vidrios, que eso pertenece a otra área.
- Se determinó que existen residuos de cartón y plástico sobre la mesa de trabajo y en el suelo, lo cual impide el traslado de la materia prima.
- Los materiales que se encuentran dentro de las mesas de trabajo no se encuentran ordenadas.
- Las esponjas se encuentran amontonadas alrededor de la mesa de trabajo.

- Los retazos de esponjas están mezclados con las esponjas nuevas.
- La materia prima no está organizada en un solo lugar.
- La careta protectora no está colocada en un lugar visible para ser utilizada.

Esta técnica de pre diagnóstico se realizó durante varias semanas, la cual permitió visualizar la situación actual de la empresa; donde se puede realizar un análisis en cuanto a los desperdicios que se dan durante las actividades y su forma de realizar el proceso de tapizado.

En el presente capítulo se pudieron identificar algunos problemas que genera el área de tapizado para la empresa, como el desorden físico que mantienen paulatinamente, este punto es el más crítico para desarrollar su trabajo de manera adecuada. Como se puede observar dentro de las actividades, el desperdicio con mayor porcentaje es de movimientos innecesarios, esto puede ser causado por los puntos que se observa en el análisis visual de la situación actual.

El primer paso para implementar la filosofía *Lean*, consiste en especificar el nivel actual real de la empresa, como se puede observar en la Figura 5 del VSM actual del área de tapizado, para evitar riesgos innecesarios que podrían acarrear de una mala implantación. Mediante la aplicación de las herramientas *Lean* se busca tener resultados tangibles, y la satisfacción a los requerimientos del cliente.

Capítulo 2

Marco teórico

2. Marco teórico

En este capítulo se exponen conceptos relacionados a la filosofía *Lean* y las herramientas que presenta la misma, por medio del cual se podrá seleccionar algunas opciones para el mejoramiento y la optimización en el área de tapizado de la empresa Moble.

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo para ser eficientes y eficaces, determina lo que es valioso para el cliente, las empresas clase mundial que han llegado a ser *Lean* logran rentabilidad y agilidad para adaptarse a los cambios de manera muy rápida, ofreciendo productos de alta calidad de forma rápida y con precios atractivos (Idoipe, 2013).

2.1. Antecedentes de la Manufactura Esbelta

Según Socconini (2008), James Watt marcó el inicio de la evolución de la manufactura moderna, con la invención de su máquina de vapor de doble acción en 1776. Frederick Taylor cambio totalmente el enfoque de la manufactura y propuso la estandarización del trabajo; por otra parte, Henry Ford en 1913 afirma que el trabajo debía dividirse en labores específicas.

El Sistema de Producción Toyota inicia bajo la filosofía de Calidad Total donde se desarrollan varias herramientas para mejorar la calidad del producto, tiempo de entrega, reducción de costos, seguridad laboral y ambiente laboral. Dentro de Toyota surge una filosofía de trabajo que tiene su origen en el año 1894, Sakichi Toyoda quien era un joven ingeniero japonés que egreso de la escuela de ingeniería mecánica de la universidad de Tokio, inventa un telar Jidhoka que se detenía al momento de romperse el hilo, este principio consiste en dar autonomía de decisión a una máquina para detenerse si hay presente alguna condición de error o falla, esto evita generar defectos (Castro & Henao, 2014).

Sakichi crea los 5 porqués como herramienta de solución, con el objetivo de enfocarse en la causa del problema. También fue el creador de 3 principios fundamentales para la calidad con “cero defectos”; detener el proceso si algo irregular sucede, no pasar productos con defectos y que el operador no tenga que estar vigilando constantemente la máquina (Hirano, 1992).

Kiichiro Toyoda hijo de Sakichi Toyoda fundó Toyota Motor Company en 1930 y crea el Justo a Tiempo inspirado en los supermercados de los Estados Unidos, quienes surten justo a tiempo sus estantes. Tuvo origen en Japón como resultado de la necesidad de hacer funcionar una economía devastada en 1945, Eiji Toyoda asume la dirección de la empresa tras la renuncia de su primo Kiichiro Toyoda asumiendo la responsabilidad de las pérdidas de empleo de sus trabajadores como consecuencia de la derrota de la Segunda Guerra Mundial (Calidad, 2018).

En 1950 Eiji Toyoda viaja a Estados Unidos para estudiar armadoras americanas específicamente la planta de Ford, quien contrata a Taiichi Ohno que trata de igualar la productividad de Ford, tuvo que utilizar todo su ingenio para lograr los grandes avances que se dieron ante la necesidad de mejorar, sin contar con muchos recursos económicos, Ohno estaba convencido que el arma para mejorar la productividad es hacer un flujo continuo “*one pice flow*”, para lograr un flujo entre estaciones y sin interrupciones que impulsen la producción sólo cuando el cliente lo requiera y a la velocidad que dicte la demanda. Aquí es cuando Taiichi Ohno empieza a perfeccionar el sistema de producción de Toyota (Felipe, 2017).

El Sistema de Producción de Toyota tiene los siguientes pilares:

- La filosofía de la mejora continua: el concepto Kaizen
- Control total de la calidad: calidad que se garantiza para todas las actividades
- El *Just in Time*: producir las cantidades debidas para satisfacer la demanda combinando simultáneamente flexibilidad, calidad y coste.

Al eliminar desperdicios la calidad aumenta mientras que los tiempos y costos de producción disminuyen en muy poco tiempo, por ello es importante identificar los distintos tipos en que éste puede presentarse en la fábrica: sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, sobreproceso, stock, defectos o errores generados por los operarios (Tejeda, 2011).

Según Manuel Rajadell (2010), la implementación de *Lean Manufacturing* en una planta industrial exige el conocimiento de conceptos, herramientas y técnicas con el objetivo de alcanzar rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes.

2.2. Estrategias para el Mejoramiento Continuo

Hoy en día las industrias líderes aplican estrategias para la mejora continua de los procesos productivos, en general las empresas manufactureras se enfrentan a la necesidad de mejorar su productividad. Para ello deben utilizar menor cantidad de recursos para producir más; es decir, deben elegir las herramientas adecuadas que se han de aplicar para el mejoramiento de los procesos productivos y si se considera evaluar la Manufactura Esbelta, qué técnicas se deben aplicar (Womack & Jones, 2007).

Antes de realizar un plan para la implementación de *Lean Manufacturing*, es importante evaluar su situación actual, las oportunidades de mejora y sus objetivos para que se pueda efectuar exitosamente sus estrategias y herramientas.

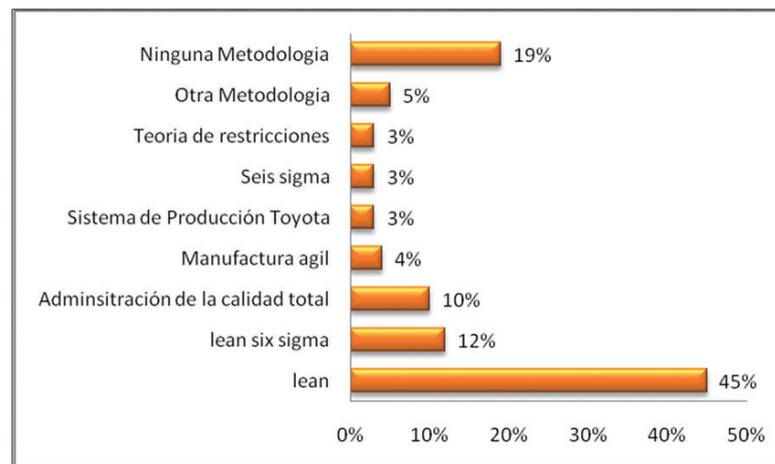
2.2.1. Herramientas para la implementación *Lean*

- Las 5'S: esta técnica se utiliza para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza.
- Los sistemas SMED: se utiliza para reducir los tiempos de ciclo aprovechando al máximo el tiempo disponible para producir.
- Control visual (Andon): detecta cuando ocurre una falla, con una señal generalmente visual, avisando al operador que se ha generado un problema.
- Jidoka: automatización con inteligencia humana, a fin de introducir un mecanismo de auto detención en caso de funcionamiento defectuoso.
- Kaizen: técnica que busca la mejora continua.
- Seis Sigma: reduce la variabilidad en los procesos.
- Manufactura celular: técnica de flujo de producción continuo.
- Sistemas TPM: implementación del mantenimiento productivo total que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas.
- VSM: técnica para identificar la mayor parte de desperdicios.
- A prueba de errores (poka-yoke): son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, y permiten que los operadores se concentren en sus actividades.

- Kanban: Controla el flujo de información y de materiales, la base de la información de la tarjeta visual debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material.
- Justo a tiempo (JIT): se basa en la eliminación continua de todo lo que implique desperdicio, llevando el material o utilidad del servicio exacto al lugar necesario en el momento concreto (ni antes ni después).

Implementar *Lean Manufacturing* no es simplemente poner en práctica unas cuantas técnicas para mejorar los procesos. Comprende un cambio en el pensamiento de toda la empresa, desde la recepción de materia prima hasta el producto terminado, de la orden a la entrega y desde la idea a la concepción (Tejeda, 2011).

Esta filosofía es la más utilizada por las empresas de manufactura en el mundo, como se puede observar en la Figura 6.



Fuente: Manufacturing performance institute citado en Piuzzi, (2009)

Figura 6. Principales metodologías de mejoramiento en manufactura en el mundo

Según Moreno & Gallo (2011), *Lean* es implementada en diferentes empresas con resultados verificables y comprobables como:

- Reducción de costos de fabricación entre un 30 a 50%
- Reducción de inventarios de materia prima, producto terminado, producto en proceso en más del 80%
- Mejora de la calidad de productos y servicios para los clientes
- Reducción de tiempo de mano de obra y aumento de la productividad

- Aumento en la eficiencia y uso de los equipos e instalaciones de planta
- Altos rendimientos
- Sistemas más flexibles para responder a los cambios
- Disminución de desperdicios

Como se muestra en la Figura 6, las herramientas más utilizadas en el mundo es la filosofía *Lean* con el 45% de participación, posicionándose como la más utilizada como una herramienta de mejora continua. Esta figura muestra que las empresas que han implementado dicha filosofía han logrado obtener resultados verificables como la reducción en los costos de fabricación, en los inventarios de materia prima, en los tiempos de atraso, en el tiempo de mano de obra por consiguiente un aumento de la productividad (Manrique & Darío, 2018).

2.3. Sistema de Producción Toyota (TPS)

Cuando Taiichi Ohno empezó a desarrollar un nuevo enfoque en la producción, incrementó la calidad y productividad permitiendo así la reducción de los costos de los procesos de producción, logrando mejorar el Sistema de Producción Toyota (TPS) (Monden, 2012).

Esta mejora más tarde sería *Lean Manufacturing* (Manufactura Esbelta), filosofía de trabajo que ha sido difundida en todo el mundo y varias empresas lo han adoptado y puesto en práctica. Los beneficios que se pueden percibir por la implementación de esta filosofía pueden apalancar los resultados de una organización y por consiguiente puede ser aplicado al caso específico del sector de fabricación de muebles (Cabrera, 2014).

2.3.1. Pasos para la implementación Toyota

- Reconocimiento de desperdicios: los problemas generan desperdicios y el principal objetivo de la filosofía *Lean* es un trabajo limpio reduciendo todo lo que genere pérdida (Mogrovejo, 2018). Como el transporte de materiales entre estaciones de trabajo porque puede ser potencialmente eliminado.
- Estandarización de procesos: *Lean Manufacturing* requiere de la implementación de pautas muy detalladas de producción, que dan lugar al trabajo estandarizado, estableciendo una secuencia, ritmo y resultado de todas

las acciones de los operadores; eliminando las variaciones en que pueden incurrir los operadores al desarrollar su labor (Cabrera, 2014).

- Flujo continuo: se enfoca en la producción libre de restricciones y cuellos de botella, interrupciones o esperas. Cuando su implementación es exitosa los problemas son evidentes y el tiempo del ciclo de producción puede ser reducido en muy alto porcentaje.
- Producción-Pull (Jalar): el propósito de este tipo de producción es producir solo lo que es necesario, exclusivamente cuando es requerido. La producción es jalada corriente abajo por la estación de trabajo que precede, permitiendo a cada etapa producir únicamente la cantidad requerida por la siguiente estación. Este sistema es parte fundamental del JIT (Cabrera, 2014).
- Mejora continua: se requiere un alto nivel de involucramiento de los operadores en mejora continua del proceso, emitiendo sugerencias o realizando mejoras diarias, para eliminar constantemente los desperdicios.

Para la implementación de las herramientas *Lean*, se debe realizar en el orden, tomando como referencia los pasos de la mejora continua como se observa en la Figura 7, esto permitirá analizar de manera más clara la propuesta futura.

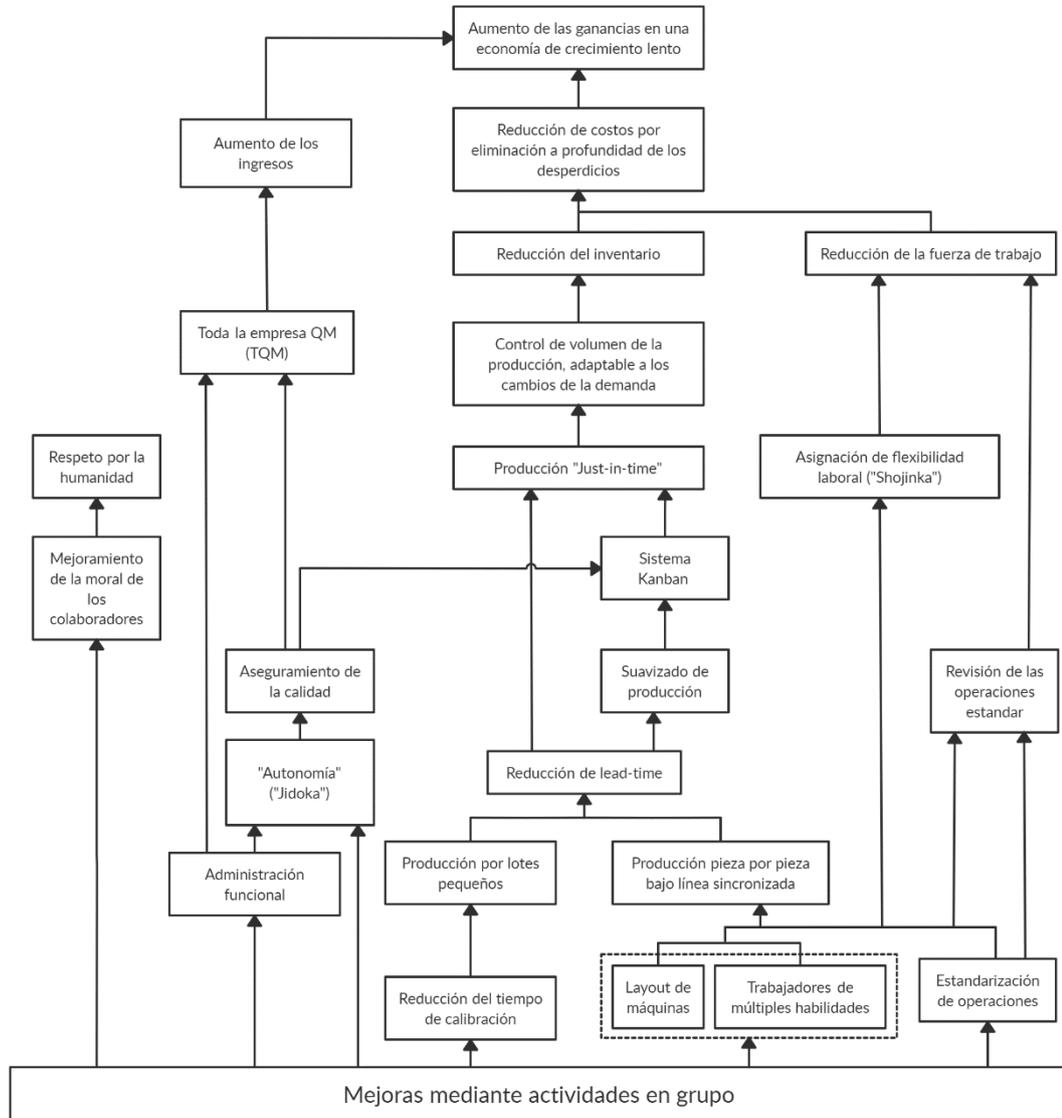


Figura 7. Pasos para la implementación del TPS (Sistemas de Producción Toyota) (Monden, 2012)

Capítulo 3

Propuesta de implementación

3. Propuesta de implementación

En este punto se analizarán las alternativas de solución a la problemática diagnosticada en el primer capítulo, estas opciones de solución se basan en la teoría presentada en el capítulo anterior. En el análisis visual realizado en el punto 1.5.3. se encontró que el principal problema en el área de Tapizado es el desorden físico, para lo cual se propone la implementación de una posible mejora que aplicará conceptos de manufactura esbelta.

3.1. Evaluación para la aplicación de las herramientas *Lean*

Después de presentar en el primer capítulo los objetivos de la empresa y su problemática, la Tabla 5 indica la evaluación de cada herramienta ante el problema detectado dentro del área de Tapizado, junto con el beneficio que tendrá cada uno al ser implementado. Se ha visto óptimo dividir en tres etapas para desarrollar con más profundidad cada una de las herramientas.

Tabla 5. Evaluación para la aplicación de herramientas *Lean*

ETAPA	PROBLEMA	HERRAMIENTAS LEAN	BENEFICIOS
1 era	Desperdicios en el proceso	VSM	Visión panorámica de toda la cadena de valor
	Desorden físico en el área de trabajo	5'S	Permite clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener una disciplina
	Movimientos innecesarios por búsqueda de herramientas o materiales		
2 da	Falta de organización	ANDON	Reduce los costos, mejora la calidad y tiempo de respuesta
	Falta de espacio físico		
3 era	Mala ubicación del puesto de trabajo	POKA YOKE	Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores
	Mala utilización de implementos de seguridad		

La primera etapa consiste en involucrar a la empresa en los beneficios del pensamiento esbelto, con el VSM se permite identificar gráficamente donde y como ocurren las fallas importantes para luego poder tomar una decisión al respecto. Las 5'S es una herramienta que logrará mantener el área de trabajo segura, organizada y limpia, su implementación es básica y útil para poder continuar con las siguientes herramientas.

En la segunda etapa se utiliza la herramienta Andon, que detecta cuando ocurre una falla con una señal generalmente visual, permitiendo mejorar la calidad y reduciendo los costos. Por último, en la tercera etapa, con Poka-Yoke se elimina o reduce la posibilidad de cometer errores en los procesos antes de que se conviertan en defectos.

3.2. Asignación de herramientas *Lean*

Después de identificar las herramientas que generarían una posible oportunidad de mejora, en base a los objetivos y con las recomendaciones indicadas en la evaluación, se procede a definir las herramientas que generan mayor impacto del problema planteado en el área de Tapizado, donde se valora cualitativamente los beneficios que pueden brindar las herramientas para solucionar los principales problemas identificados en el primer capítulo.

La valoración se da en un rango de calificación cualitativa del 1 al 10, siendo los valores mayores a 6 con más impacto.

Tabla 6. Valoración de asignación de herramientas Lean

PROBLEMAS	5'S	ANDON	POKA YOKE
Desperdicios en el proceso	9	4	2
Desorden físico en el área de trabajo	10	7	2
Movimientos innecesarios por búsqueda de herramientas o materiales	10	6	8
Falta de organización	8	10	7
Falta de espacio físico	5	9	7
Mala ubicación del puesto de trabajo	7	7	9
Mala utilización de los implementos de seguridad	9	2	10
TOTAL	58	45	45

La empresa actualmente no aplica ninguna de estas herramientas en el área de tapizado, por lo tanto, a partir de la Tabla 6, la propuesta de mejora se concentrará en la implementación de las 5´S, el cual se compone de cinco pasos:

1. Clasificar (Seiri): consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios
2. Ordenar (Seiton): consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa
3. Limpiar (Seiso): consiste en eliminar la suciedad y evitar ensuciar
4. Estandarizar (Seiketsu): consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente
5. Seguimiento (Shitsuke): consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5´S, respetando las normas establecidas

Al tener definido el área donde se va a clasificar los elementos innecesarios, se determinará un área temporal para separar las cosas que se necesitan de las que no, posteriormente se etiquetan los elementos innecesarios con tarjetas rojas fácilmente identificables.

Cada tarjeta roja debe ser llenada en su totalidad, bajo los siguientes criterios:

- La utilidad del elemento para realizar el trabajo previsto
- La frecuencia con la que se necesita el elemento
- La cantidad del elemento necesario para realizar el trabajo

Si el elemento es necesario, pero con poca frecuencia puede almacenarse fuera del lugar de trabajo. Por último, se ubicarán los elementos necesarios en su puesto, como estantes, cajones y más, de manera que encontrarlos y devolverlos sea fácil.

Para lograr las mejoras con esta herramienta se propone implementar las tres primeras, debido a que la cuarta y quinta etapa consiste en la estandarización y el seguimiento, por lo que este proceso tiene un inicio pero no un final (Socconini, 2008), por lo tanto no pueden ser implementadas debido a la brevedad del trabajo.

3.3. Propuesta de mejora continua

El objetivo de esta propuesta de mejora es optimizar el proceso de producción de tapizado para lo cual se debe disminuir los desperdicios evaluados en el primer capítulo, sabiendo que la empresa desea ser más competitiva en costos, productividad y calidad para seguir creciendo y poder lograr su visión proyectada.

Para lograr los objetivos propuestos se recomienda la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing*, donde se minimizará los problemas evaluados que generan mayor impacto como es el desorden físico, movimientos innecesarios, falta de organización, mala utilización de los implementos de seguridad y exceso de materiales. Para ello se debe modificar algunos estándares en el proceso de producción actual involucrando a los operarios para que participen en el cambio, con el fin de mostrarles los beneficios que les brindará estas herramientas.

Se utilizará el VSM propuesto en el primer capítulo como una guía para este proceso de implementación, según la Figura 8 el cronograma está diseñado para ser realizado en 8 semanas aproximadamente, nombrando al jefe de Producción y Planta como líderes de este cambio.

Cronograma de la Propuesta de Implementación									
	Semana:	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Preparación									
Comunicar a los operarios de la empresa el despliegue del programa Lean		■							
Definir el equipo de trabajo involucrado en la implementación		■							
Capacitación a los operarios		■							
Definir objetivos a ser logrados			■						
Desarrollar un cronograma para que el equipo empiece a trabajar			■						
2. Desarrollo									
Verificar el cronograma para implementar las herramientas Lean				■					
Exponer al equipo el plan de implementación a desarrollar				■					
Elaborar el plan de implementación dentro del área de trabajo				■	■				
3. Aplicación de herramientas y Eventos Kaizen									
3'S						■	■		
Poka Yoke							■		
Andon								■	■

Figura 8. Cronograma de la propuesta de implementación

3.3.1. Preparación

Es la primera etapa, donde se asigna una persona responsable de la alta dirección que debe informar y explicar cómo será estructurada la filosofía *Lean*

- Comunicar a los operarios de la empresa el despliegue del programa *Lean*
- Definir el equipo de trabajo involucrado en la implementación
- Capacitación a los operarios
- Definir objetivos a ser logrados
- Desarrollar un cronograma para que el equipo empiece a trabajar

3.3.2. Desarrollo

En la segunda etapa se indica al grupo de trabajo la manera que va a ser implementada cada herramienta

- Verificar el cronograma para implementar las herramientas *Lean*
- Exponer al equipo el plan de implementación a desarrollar
- Elaborar el plan de implementación dentro del área de trabajo

3.3.3. Aplicación de herramientas y eventos Kaizen

En esta última etapa se implementarán las herramientas evaluadas en la Tabla 6, según el cronograma planificado en la segunda etapa

- 3'S
- Andon
- Poka-Yoke

Para garantizar la continuidad de las mejoras y la participación del personal en la búsqueda de mejoras constantes se desarrollará un “Evento Kaizen”, una herramienta que busca hacer lo mejor y más eficiente uso de los recursos. Su principal fuente de mayor valor es el capital humano, que hará posible cualquier mejora en forma permanente (Cabrera, 2014).

Para implementar Kaizen es necesario que todos los empleados estén motivados e involucrados, es importante la cooperación de todo el personal que aborde el área de

Tapizado y la comunicación entre gerencia y los empleados. Se debe asignar un líder de equipo y esta persona debe tener toda la capacitación correcta, en este caso se asignaría al jefe de Planta debido a que su comunicación es más persistente entre producción y administración.

Una vez reunido todo el equipo, se discutirán problemas existentes en el lugar de trabajo, debido a que el personal de planta es el que mejor conoce su entorno, por consiguiente, el equipo debe recopilar y analizar la situación del problema de este modo ellos serán quienes decidan como producir el cambio en el lugar de trabajo bajo la directriz de ciertas herramientas.

Capítulo 4

Implementación y Resultados

4. Implementación y Resultados

Las empresas actualmente buscan ser innovadoras y más flexibles, por lo tanto, la implementación de la filosofía *Lean* permite atender al cliente de forma oportuna y cumplir con sus expectativas. En este sentido la optimización de los procesos y la eliminación de desperdicios generan ahorros importantes en la gestión (Manrique & Darío, 2018).

La empresa Moble, está dispuesta a utilizar las herramientas de *Lean Manufacturing*, partiendo de sus objetivos y tomando en consideración su situación actual, se realiza un cronograma para implementar las herramientas que han sido selectas para el área de Tapizado.

Cronograma para la Implementación de herramientas <i>Lean</i> y Eventos Kaizen																				
Días:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5'S																				
Desarrollo de la Tarjeta Roja	■																			
Lista de Objetos necesarios		■																		
Seleccionar Objetos necesarios		■	■																	
Prueba Piloto			■	■	■	■	■													
Generar una guía de ubicaciones							■													
Ordenar los artículos seleccionados								■												
Limpiar									■											
Diseñar un programa de limpieza										■										
Asignar responsables de las actividades de limpieza											■									
Enlistar los artículos y equipos de limpieza que se necesitan												■								
POKA YOKE																				
Prueba Piloto			■	■	■	■	■													
ANDON																				
Elaborar un Tablero Andon											■	■	■	■						
Capacitar al personal para utilizar las señales														■	■	■	■			
Realizar el control visual de marcas en piso																		■	■	
EVENTOS KAIZEN																				
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 9. Cronograma para la implementación de herramientas *Lean* y Eventos *Kaizen*

La implementación de las tres herramientas propuestas y se realizarán en 20 días laborables según la Figura 9. Se tomará en cuenta que durante este proceso se trabajará con el sistema *Kaizen* que permita el mejoramiento continuo y progresivo.

4.1. Las 3'S

Un programa de 5'S nos ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de las áreas de trabajo. Para realizar con éxito la implantación de esta herramienta en la empresa, es necesario contar con un equipo de trabajo motivado y dispuesto a mejorar, de ese modo los resultados serán más visibles en un menor espacio de tiempo (Ramírez & Soler, 2016).

4.1.1. Seiri (Seleccionar)

La primera etapa, consiste en retirar todos los artículos innecesarios del puesto de trabajo que no aporten valor alguno al producto final. Para llevar a cabo dicha tarea se asigna al jefe de área como líder para que pueda guiar y hacer cumplir esta fase.

Para seguir con el cronograma propuesto se utiliza una técnica de tarjetas rojas, donde se podrá seleccionar como no necesario el excedente de lo que se usa en el área de Tapizado y todo lo que se va a utilizar continuamente se detallará mediante una lista de objetos necesarios (ver **Anexo 8**).

La clave para un lugar sin objetos inútiles es no permitir el ingreso de objetos innecesarios que se puedan acumular, para ello la empresa debe realizar una campaña de orden y limpieza como primer paso para la aplicación de esta herramienta. Esto crea motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza.

Por otro lado, el líder debe realizar inspecciones continuas mediante fichas o listas (ver **Anexo 8**) para su posterior análisis y posibles mejoras que se requiera.

4.1.2. Seiton (Ordenar)

En esta etapa se ordena los artículos seleccionados que son necesarios dentro del área de Tapizado, estableciendo un lugar específico para cada objeto, de manera que facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarlas.

Según Ramírez & Soler (2016), para una correcta implantación de esta herramienta se debe aplicar lo siguiente:

- Delimitación del área de trabajo
- Evitar que las herramientas estén duplicadas para cada operario
- Obtener un lugar adecuado de trabajo
- Identificar el flujo de herramientas u objetos

De este modo se facilita la rapidez en las operaciones, asegurando la calidad y evitando accidentes.

Para determinar la frecuencia de uso de los objetos se maneja el siguiente círculo:



Fuente: 3C Tecnología (2016)

Figura 10. Círculo de frecuencia de uso

Este círculo de frecuencia de uso permite escoger de mejor manera los materiales y herramientas que van ser utilizadas y permite identificar si es realmente necesario mantener dentro del área de trabajo o fuera de él.

Para generar una guía de ubicaciones se analizó el espacio físico del área y según sus necesidades, tomando como referencia la Figura 10, se elaboró una prueba piloto (ver **Anexo 9**) que permita el fácil acceso a las herramientas y objetos necesarios dentro del área, según el uso frecuente de las mismas.

Además de designar un lugar, debe ser marcado cada inmueble, mediante letras o símbolos, que se encuentra dentro del área de Tapizado, con el fin de identificar de manera más ágil la ubicación de materiales y herramientas de trabajo que van a ser utilizadas constantemente (ver **Anexo 8**).

LISTA DE OBJETOS NECESARIOS			
Área/Depto.:	Tapizado		
No.	Cantidad	Material/Artículo	Ubicación
1	1	Recipiente para cemento de contacto	A
2	1	Caneca de cemento de contacto	C
3	1	Martillo	B
4	1	Carpeta	A
5	1	Cuaderno	A
6	2	Flexómetros	A-B
7		Láminas de cartón prensado	C
8	2	Taladro	A-B
9	2	Esferos	A-B
10	2	Lapiz	A-B
11	2	Marcadores	A-B
12	1	Mazo de tapiz	A
13	1	Cinta metálica	D
14	1	Caja de Sierra copa	D
15	2	Cajas de Grapas	A-B
16	2	Espatulas	A-B
17	2	Desarmador plano	A-B
18	2	Desarmador estrella	A-B
19	2	Caja de Tornillos	A-B
20	1	Plumón	C
21		Plumón de relleno	D
22	2	Grapadora	A-B
23	2	Rollo de tafeta	A-B
24	2	Reglas grandes	C-D
25	2	Reglas pequeñas	C-D
26		Plantillas	C
27	2	Cuchillos	C-D
28	2	Brocas	D
29	1	Juego de agujas	D
30	2	Almarada para hilo	B
31	2	Mordaza / Prensadora de tornillo	D
32	1	Pistola de Silicona	D
33	2	Quita grapas	A-B
34	1	Cinta masking	B
35	1	Tenaza	B
36	1	Alicate	A
37	1	Litro de disolvente	C
38	2	Sacagrapas	A-B
39	2	Cable de extensión	C-D
40		Saquillos	C
41	1	Esmeril de banco	D
42	1	Rollo de hilo de pupear	D
43	3	Rollos de hilos (Negro/Blanco/Beige)	D
44	1	Escoba	C
45	1	Escuadra	C
46	1	Acople	B
47	1	Extintor	E
48	1	Cafetera	C
49	1	Esponjas	C
50	1	Costuras	D

Figura 11. Lista de objetos necesarios

Como se observa en la Figura 11, se realizó un cuadro con cada herramienta y material, todas han sido reubicadas en un espacio físico en específico, el mismo que se ha identificado con una letra del abecedario, incluido mesas de trabajo.

4.1.3. Seiso (Limpiar)

Después de eliminar lo innecesario y clasificar lo que realmente es necesario para las operaciones, es preciso limpiar; tomando en cuenta que al momento de realizar la limpieza también se está inspeccionando. Así se puede descubrir problemas potenciales antes de que conviertan en críticos.

En esta etapa se diseña un programa donde se definen métodos de limpieza, se establece la disciplina, implementación de horarios fijos, asignación de personas responsables y se realiza una lista de artículos de limpieza que sean necesarios (ver **Anexo 8**). Además, es importante considerar que no solo se trata de limpiar sino de buscar la manera de no ensuciar.

El impacto visual que se genera es muy visible, tanto para el área de tapizado como para el resto de áreas, también es positivo para el estado físico y mental para quienes desempeñan el trabajo de producción.

4.2. Herramienta Poka-Yoke

Esta herramienta permite realizar la inspección al 100%, por ende, se pueden tomar acciones inmediatas cuando se presentan los problemas (Socconini, 2008).

Se utilizó Poka-Yoke dentro del proceso de Pretapizado, en el estante 1, con la intención de que el operario pueda manipular los materiales de manera más rápida y sin errores, para esto fue necesario conocer el proceso, entender el problema y buscar la solución más sencilla, simplemente al más bajo costo.



Antes de la mejora



Después de la mejora

Figura 12. Análisis comparativo de la mesa de trabajo

En la Figura 12, se observa la parte inferior de la mesa de trabajo 1, donde están ubicadas las plantillas de manera desordenada, esto causa incomodidad al operario y pérdida de tiempo para elegir los materiales. Por ello se implementó en el estante 1, con un mecanismo circular que permite el acceso rápido a las plantillas y sin realizar mucho esfuerzo físico.



Antes de la mejora



Después de la mejora

Figura 13. Análisis comparativo de la ubicación de materia prima

La forma de ubicar las esponjas una sobre otra y el sobrante de esponja, causaba a los operarios molestia para buscar y separar la materia prima, dado que por su composición física se dificulta separar una de otra y casi siempre se necesita de dos personas para realizar este trabajo, por lo tanto, la pérdida de tiempo dentro del proceso de Pegado de Esponja aumenta sin generar valor al cliente.

Por otro lado, se analizó esta contrariedad para mejorar y disminuir los desperdicios generados en el proceso por esta actividad, se colocó divisiones forradas con tafeta, esto permite que el material resbale de manera adecuada, al igual en la parte inferior se elaboró con melanina y rieles que permitan tomar la esponja de manera más ágil, rápida y evitar la ayuda de otro operario.



Antes de la mejora



Después de la mejora

Figura 14. Análisis comparativo del proceso de pegado

Como indica la Figura 14, antes el proceso de Pegado se realizaba a mano, es decir aplicaban directamente de la caneca de pegamento a la esponja, con un segmento de esponja y se debían mantener un tiempo de espera para el secado. Para mejorar el proceso y evitar tiempos de espera se realizó un cambio de producto en cuanto a la pega, para el cual se necesitó una cafetera y pega líquida, con esta nueva técnica se elimina por completo el tiempo de espera para el secado (ver **Anexo 10**).

4.3. Herramienta Andon

Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paros por ciertos motivos; por lo tanto, para solucionar el problema de desorden físico que existe dentro del área de Tapizado se aplicó esta herramienta para controlar los materiales en movimiento.

Se implementó un tablero, el cual está dividido según los procesos de producción de Tapizado. Las fichas de colores que se han de colocar en el tablero, van a indicar el

avance que se tenga con respecto a la ordenes de pedido, según la planificación semanal, esto permite alertar al operario si ocurre algún retraso con un pedido.

<u>PRETAPIZADO</u>	<u>CORTADO DE ESPONJAS</u>	<u>TAPIZADO</u>	<u>MONTAJE</u>
OP. 2742	OP. 2831	OP. 2720	OP. 2703
OP. 2750	OP. 2730	OP. 2705	OP. 2711
OP. 2820	OP. 2840	OP. 2810	
	OP. 2841	OP. 2714	

Figura 15. Implementación del Tablero Andon

Cada uno de los colores indica los siguientes conceptos:

- Azul: Problemas relacionados con los materiales
- Verde: Línea o célula corriendo satisfactoriamente
- Amarillo: Línea o célula parada por falta de manteniendo o cambio
- Rojo: Parada por problemas de calidad o accidente

Estos tableros son útiles para dar seguimiento continuo y automático al plan de producción.

Por otro lado, se efectuó dentro del *layout* un control visual de marcas en el piso y cambio de las mesas de trabajo, realizando un análisis de ocupación de espacio, donde se puede observar en la Figura 16,

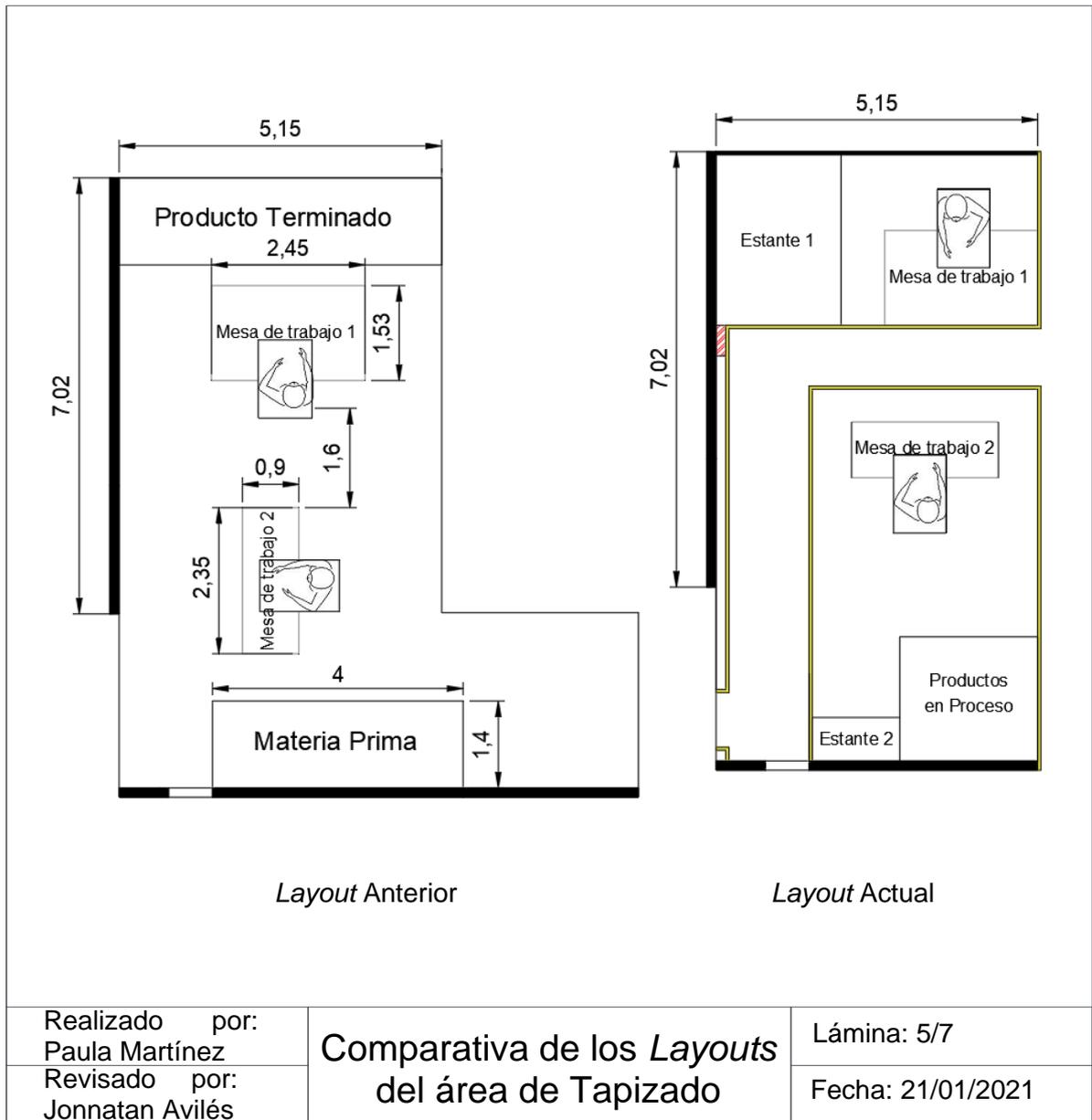


Figura 16. Comparativa de los *Layouts* del área de Tapizado

El *layout* anterior tenía un diseño obsoleto, debido a que se generaba demasiado desperdicio, sobre todo de movimientos innecesarios (ver **Anexo 10**). Realizando estos nuevos cambios se desea mejorar los tiempos estudiados en el primer capítulo.

Con la nueva implementación de los estantes esto ha facilitado a los operarios disminuir los movimientos innecesarios, transporte y el inventario en exceso. Los

cambios realizados fueron reflejados en el porcentaje de desperdicio (ver **Anexo 10**), donde se calculó que los movimientos innecesarios asumen un valor del 7.28%, a comparación con el porcentaje inicial que se tenía de 11.43% en el cual hubo un 4.15% de mejora dentro del proceso, así mismo con el transporte con el 1.37% e inventario en exceso con el 1.42% de mejora. Esto nos demuestra que los cambios que desarrollaron dentro del *layout* son válidos para continuar con el proceso de producción.

4.4. Eventos Kaizen

El evento Kaizen se da cuenta que al mejorar el proceso mejorará el resultado, es por eso que el enfoque principal de Kaizen está en el proceso (Shettar, Manjunath & R, 2012) y para ello se aplicaran algunos principios:

- Enfoque hacia el cliente: se base en la calidad, pero lo esencial, no solo se refiere al producto terminado, también se refiere a los procesos y estándares que crea el producto.
- Ejecutar mejoras de manera continua: si se alcanzo el éxito en una tarea no significa que ha concluido, todo lo contrario, debe seguir buscando más alternativas para seguir mejorando.
- Identificar abiertamente los distintos problemas: Los conflictos y errores que se presenten no deben ser ignorados, lo que se espera es buscar nuevas soluciones y oportunidades.
- Promover continuamente la apertura: el compartir y comunicar es esencial en toda la organización para estrechar relaciones entre los miembros de la empresa.
- Crear grupos de trabajo: el trabajar en equipo constituye una gran ventaja porque se determinan diferentes ideas, ayudando a dar soluciones rápidas y eficientes, a su vez esto permite generar mejores resultados en lo que se realiza.
- Impulsar los procesos apropiados de relaciones: Kaizen considera que los líderes deben ser entrenados para mejorar sus habilidades interpersonales consiguiendo mejores resultados en las metas establecidas, existiendo mayor armonía en el trabajo.

- Desarrollar la autodisciplina: para los miembros de una organización esta filosofía es importante porque permite que las personas por si mismas se adapten fácilmente a la situación que se presente.
- Informar a los trabajadores: consiste en comunicar a los empleados acerca de los acontecimientos que se presentan, como los reglamentos, planes empresariales, filosofía empresarial, etc.
- Promover el desarrollo de los empleados: implica el entrenamiento de los miembros de la organización promoviendo en ellos nuevas destrezas, conocimientos y sobre todo alcanzar la eficiencia en el trabajo.

Kaizen significa mejoras realizadas de forma constante, al aplicar estos principios las mejoras serán notables de inmediato y se obtendrán buenos resultados a lo largo del tiempo, aparte de llevar a una calidad mejorada y una mayor productividad (Cabrera, 2014).

4.5. VSM después de las mejoras

Finalizada la aplicación de dichas herramientas junto con la prueba piloto y tras unas semanas de pruebas, el cambio ha sido notable y su mejora permitió terminar los productos más rápidos y con mejor calidad.

El tiempo de ciclo de valor agregado fue más corto a comparación del anterior, con una mejora de 59min y 22seg, mediante los cambios realizados a parte de disminuir los tiempos también se eliminaron algunos desperdicios, que permitieron mejorar los costos de producción.

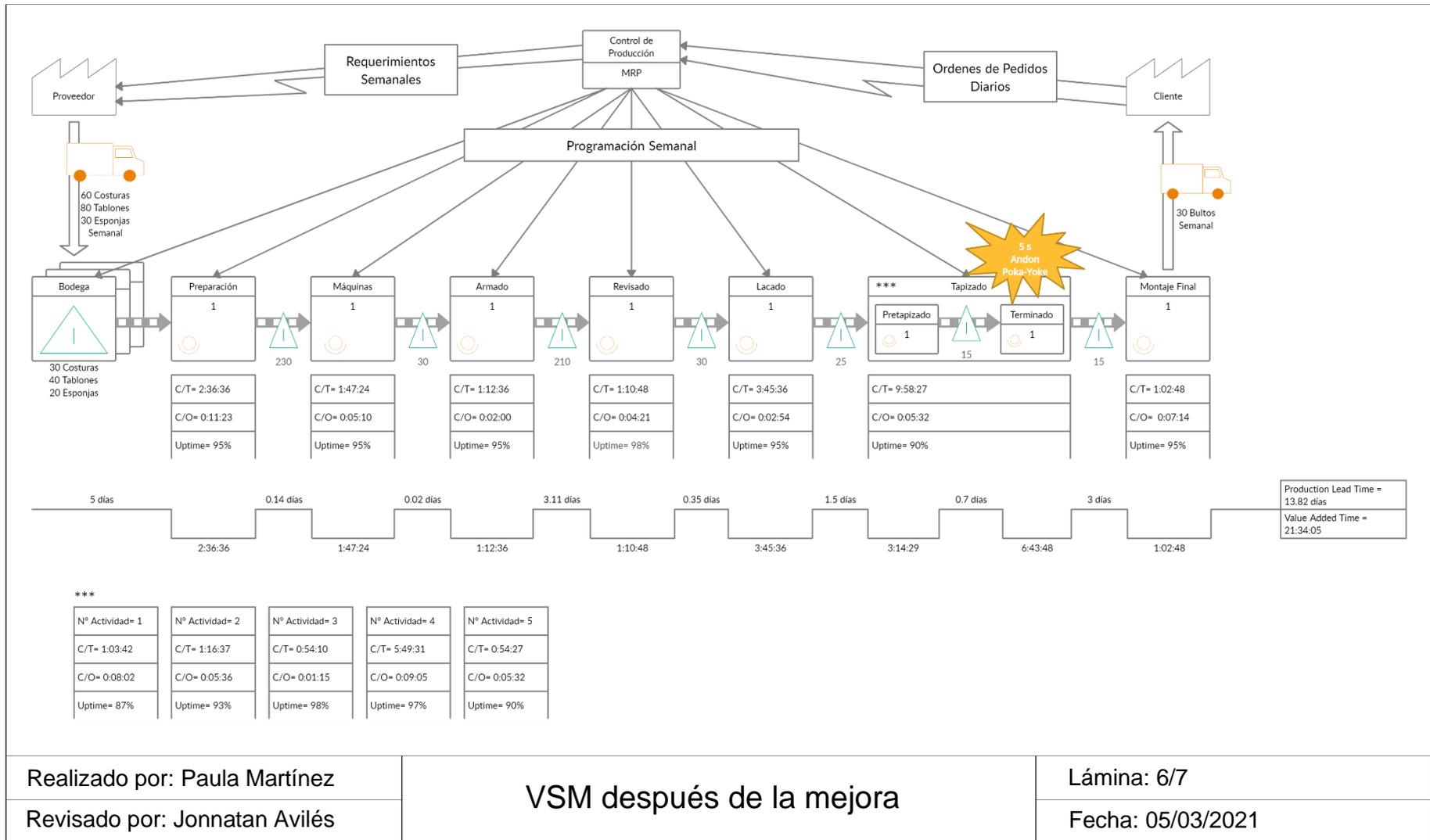


Figura 17. VSM después de la mejora

Conclusiones

En esta tesis se elaboró una propuesta de mejora por medio de la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing*, en el área de Tapizado de la empresa Moble; se observa que los procesos de producción han mejorado por medio de ciertas herramientas *Lean* que fueron aplicadas y analizadas durante el proyecto.

Lean es una filosofía que permite mejorar los procesos mediante el cual se crean y se entregan productos y servicios, desarrollando personas que resuelvan problemas para mantener un sistema eficaz, a su vez se establece una ventaja competitiva y sostenible en el tiempo.

Para la correcta implementación es indispensable realizar un análisis de la situación actual de la empresa, en este caso para la aplicación de la filosofía *Lean* el VSM es una herramienta precisa. Lo más importante de implementar esta filosofía es que la mayor parte del personal corrigió malos hábitos que tenían dentro de su puesto de trabajo, a raíz de los cambios de mejora que se fueron proporcionando en el área de Tapizado.

Lo que más ayudo a generar esta filosofía fue la aplicación de las 3'S, considerando que se han experimentado reducciones significativas en tiempos e inventarios, y también la implementación de los eventos Kaizen que permitieron realizar un cambio de mejora. Es necesario que se mantenga esta implementación con el tiempo y para ello se establecieron fichas de evaluación para asegurar que los cambios logrados se sostengan, llegando a ser parte de la cultura del grupo de trabajo.

Finalizando este trabajo se logró verificar que la propuesta de mejora basada en las herramientas *Lean* proporciona resultados favorables cumpliendo con los objetivos planteados, a pesar de que inicialmente se encontraron varios problemas al trazar el VSM, como la distribución de los puestos de trabajo y además de esperas entre procesos, transporte, movimientos innecesarios y desorden, sin embargo mediante esta filosofía se logró proporcionar un sistema estable de trabajo dentro del área de Tapizado.

Bibliografía

- Cabrera, R. C. (2014). *Manual de Lean Manufacturing*.
- Calidad, I. de. (2018). *Historia del Lean Manufacturing - Origen del modelo Toyota Production System*. <https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/09/historia-del-lean-manufacturing.html>
- Castro, M. del R. Q. C., & Henao, S. A. F. (2014). *Entorno Lean en la gestión de producción y operaciones -Un enfoque práctico-* (L. V. S.A.S. (ed.); 1era ed.).
- Felipe, A. (2017). Historia del Lean Manufacturing. *Historia-Biografía*, 1. <https://historia-biografia.com/historia-del-lean-manufacturing/>
- Hirano, H. (1992). *EL JIT Revolución en las fábricas* (2da ed.).
- Idoipe, J. C. H. M. V. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implementación*.
- Manrique, L., & Darío, R. (2018). *Propuesta de mejora del proceso de una planta de producción de fideos*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicada.
- Manuel Rajadell, J. L. S. (2010). *Lean Manufacturing La Evidencia de una necesidad* (Díaz de Sa).
- Mogrovejo, F. (2018). *Propuesta para un plan de mejora en bodegas, basado en la filosofía Lean*. Universidad del Azuay.
- Monden, Y. (2012). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*.
- Moreno, F. N. D., & Gallo, E. (2011). *Propuesta del mejoramiento de la metodología de Manufactura Esbelta por medio de optimización de sistemas de manufactura y modelación de eventos discretos*. 8, numero, 131.
- Ramírez, M. M., & Soler, V. G. (2016). LEAN MANUFACTURING 5S IMPLANTATION. In *3c Tecnología* (p. 11). <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
- Shettar, Manjunath & R, N. (2012). *Kaizen - A Powerful Tool of Lean Manufacturing*.

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso* (Norma).

Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos.

CIENCIA Y SOCIEDAD, XXXVI, 310.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2007). *Soluciones Lean*.

Anexos

Anexo 1. Señalización



Figura 18. Falta de señalización

Anexo 2. Distribución del área de Tapizado



Figura 19. Ubicación de producto terminado



Figura 20. Trabajo realizado fuera del área permitida.



Figura 21. Ubicación de las herramientas y materiales

Anexo 3. Proceso Productivo del área de Tapizado

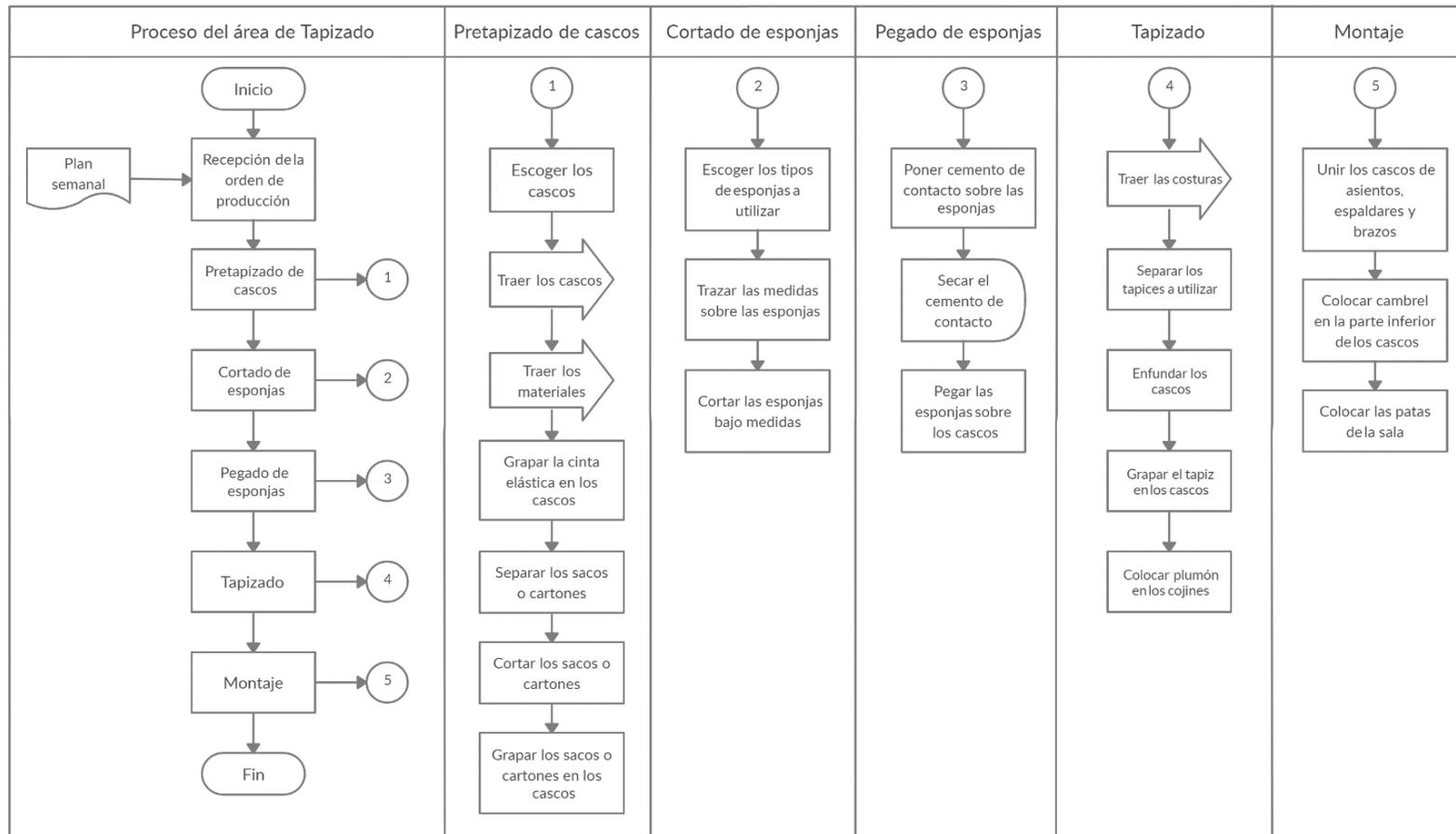


Figura 22. Diagrama de Flujo de Tapizado para la elaboración de una sala

Anexo 4. Diagrama de flujo del proceso de fabricación

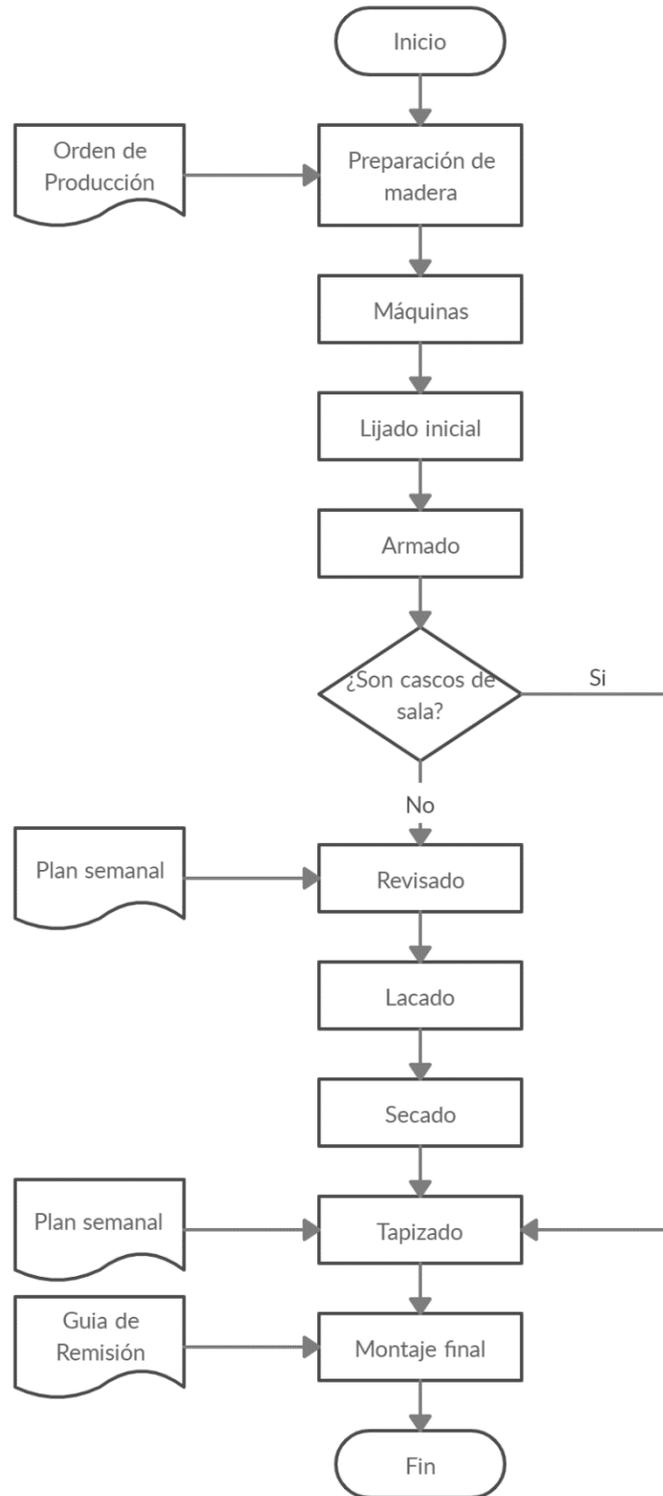


Figura 23. Diagrama de flujo

Anexo 5. Clasificación de la familia de productos

Tabla 7. Clasificación de la familia de productos

CLASIFICACIÓN DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS					
PRODUCTO	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5
Sala Palermo	X	X	X	X	X
Sala Marvin	X	X	X	X	X
Sala Toronto	X	X	X	X	X

Anexo 6. Demanda de los productos de Salas

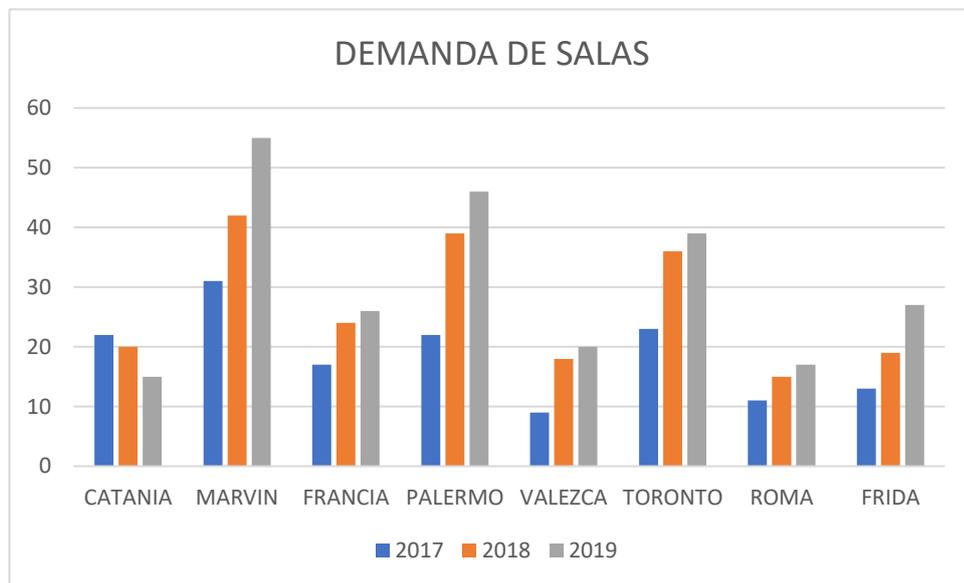


Figura 24. Demanda de Salas

Anexo 7. Situación actual del área de Tapizado



Figura 25. Materia Prima



Figura 26. Ubicación de materiales



Figura 28. Puesto de trabajo



Figura 27. Distribución del área de tapizado

Anexo 8. Implementación de Herramientas Lean

TARJETA ROJA 5'S	
Fecha: _____	No.: _____
Responsable: _____	
Área/Depto.: _____	
Material/Artículo: _____	
Cantidad: _____	
CATEGORÍA	
<input type="checkbox"/> Accesorios o herramientas	<input type="checkbox"/> Maquinaria
<input type="checkbox"/> Cubetas, recipientes	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Equipo de oficina	<input type="checkbox"/> Material
<input type="checkbox"/> Instrumentos de medición	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Librería, papelería	<input type="checkbox"/> Producto en proceso
Otros/Comentarios: _____	
RAZÓN DE TARJETA	
<input type="checkbox"/> Contaminante	<input type="checkbox"/> No se necesita
<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> No se necesita pronto
<input type="checkbox"/> Descompuesto	<input type="checkbox"/> Uso desconocido
<input type="checkbox"/> Desperdicio	
Otros: _____	
ACCIÓN REQUERIDA	
<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Retornar
<input type="checkbox"/> Reparar	<input type="checkbox"/> Reciclar
<input type="checkbox"/> Reubicar	<input type="checkbox"/> Otros: _____
Fecha p/concluir acción: _____	

Figura 29. Tarjeta Roja 5'S

FICHA DE EVALUACION DE LAS 3'S		
El siguiente documento permite evaluar la situación actual		
Marque con una X la respuesta a cada pregunta		
Sección a evaluar:		
Realizado por:		
Fecha de evaluación:		
Clasificación	SI	NO
¿Existe materiales u otros objetos que no son útiles y que incomodan la sección de trabajo?		
¿Existen objetos que perturben el traslado a las otras secciones como pedazos de madera, cable, cartones u otros objetos?		
¿Al iniciar el trabajo existen desperdicios acumulados?		
¿Todo lo que se encuentra sin usar en la sección de trabajo sirve?		
¿Los moldes están ubicados y clasificados en su lugar?		
¿Los desperdicios que se ocasionan en la producción están colocados en el sitio adecuado y clasificado?		
¿Existe maquinaria y herramientas sin utilizar?		
¿Existe una organización en los estantes y mesas de trabajo?		
¿Existen suficientes estantes para efectuar la clasificación de los materiales y herramientas?		
Orden	SI	NO
¿Al empezar la jornada de trabajo las herramientas se encuentran en orden y en el sitio correcto?		
¿Existe un orden en la ubicación de los materiales y de la materia prima?		
¿Existe en el puesto material que no es necesario?		
¿Los materiales que se necesitan están al alcance del operario?		
¿Las herramientas u otros materiales de trabajo después de su uso son ubicados en el puesto?		
¿En el área de trabajo existen letreros que identifiquen la sección a la que pertenece?		
¿Las herramientas u otros objetos se encuentran con etiquetas o señalizaciones para colocarlas en el estante respectivo?		
Limpieza	SI	NO
¿Los tachos de basura se encuentran ubicados adecuadamente para colocar los desperdicios?		
¿Existe un plan de reciclaje?		
¿El equipo de limpieza esta en su lugar?		
¿Existe acumulación de desperdicio en los contenedores?		
¿La maquinaria, estantes, mesas de trabajo y herramientas de trabajo se encuentran con residuos de polvo?		
¿El área de trabajo está libre de basura y otros residuos?		
¿La ventilación e iluminación son adecuados en la sección de trabajo?		

Figura 30. Formato de evaluación de área de trabajo

LISTA DE OBJETOS INNECESARIOS				
Área/Depto.: Tapizado				
Cantidad	Material/Artículo	Categoría	Razón de Tarjeta	Acción Requerida
7	Cojines decorativos	Producto terminado	No se necesita	Reubicar
2	Funda de Cojines decorativos	Material	No se necesita pronto	Retornar
2	Botellas de plástico	Otros	Uso desconocido	Reciclar
11	Cortes de cartón prensado	Desperdicio	No se necesita	Reciclar
3	Cartón de empaque	Material	No se necesita	Reubicar
3	Tiraderas	Material	No se necesita	Reubicar
4	Cajas de grapas vacías	Material	No se necesita	Reciclar
1	Cinta de empaque	Material	No se necesita	Reubicar
2	Cajas de cartón	Material	No se necesita	Reciclar
6	Tapiz	Materia prima	No se necesita pronto	Reubicar
1	Funda de botones	Material	No se necesita pronto	Reubicar
2	Lijas	Material	No se necesita	Eliminar
15	Retazos de tela	Materia prima	No se necesita	Eliminar
3	Patas metálicas	Accesorio	No se necesita pronto	Retornar
1	Silicona	Material	No se necesita	Reubicar
1	Caja de resbalones	Material	No se necesita pronto	Reubicar
2	Vasos de plástico	Accesorio	Uso desconocido	Reciclar
1	Esfera metálica	Material	No se necesita	Eliminar
3	Hojas	Equipo de oficina	No se necesita	Retornar
1	Clavilladora	Herramienta	No se necesita	Reubicar
1	Retazos de tafeta	Material	Desperdicio	Eliminar
1	Leña	Materia prima	Desperdicio	Eliminar
1	Pedazos de esponja	Materia prima	Desperdicio	Reubicar
5	Reglas grandes	Accesorio	No se necesita	Eliminar
4	Reglas pequeñas	Accesorio	No se necesita	Eliminar
16	Vidrios y espejos	Material	No se necesita	Reubicar
2	Recipientes vacíos	Accesorio	No se necesita	Eliminar
1	Frasco de Cola blanca	Material	No se necesita	Reubicar
2	Cables de aluminio	Accesorio	No se necesita	Eliminar
1	Orejeras	Accesorio	No se necesita	Reubicar
30	Asientos de sillas	Producto terminado	No se necesita	Reubicar
6	Asientos de poltronas	Producto terminado	No se necesita	Reubicar
2	Espaldares de poltronas	Producto terminado	No se necesita	Reubicar
10	Espaldares de sillas	Producto terminado	No se necesita	Reubicar
1	Cabeceros de cama	Producto terminado	No se necesita	Reubicar
1	Plástico	Material	No se necesita	Reciclar
2	Cajas de tachuelas	Accesorio	No se necesita pronto	Retornar
1	Caneca de disolvente	Material	No se necesita	Reubicar
1	Pedazos de hilos	Material	No se necesita	Eliminar
1	Juego de adhesivos	Material	No se necesita pronto	Reubicar
2	Cuadernos	Equipo de oficina	No se necesita pronto	Reubicar
1	Taladro	Herramienta	Descompuesto	Reparar

Figura 31. Lista de objetos innecesarios

UBICACION ESPECIFICA PARA ORDENAR		
Ubicación		Identificación
Mesa de trabajo 1	Pretapizado	A
Mesa de trabajo 2	Tapizado	B
Estante 1	Pretapizado	C
Estante 2	Tapizado	D
Pared		E

Figura 32. Ubicación específica para ordenar materiales y herramientas

LISTA DE ARTÍCULOS PARA LA LIMPIEZA	
Cantidad	Material/Artículo
1	Escoba
1	Recogedor
2	Franelas
1	Frasco de agua

Figura 33. Lista de artículos para la limpieza

Anexo 9. Prueba Piloto



Figura 34. Ubicación para plantillas



Figura 35. Ubicación para esponjas y retazos



Figura 36. Ubicación para esponjas finas y otros materiales



Figura 37. Estante para tapices y otros materiales

Anexo 10. Resultados de la mejora

Tabla 8. Porcentaje de desperdicio mejorado

Desperdicios	Tiempo Normal	% de Desperdicio Antes	Tiempo de Mejora	% de Desperdicio Después
Movimientos innecesarios	1:15:10	11,43%	0:47:54	7,28%
Transporte	0:16:10	2,46%	0:07:10	1,09%
Esperas	0:13:33	2,06%	0:00:00	0,00%
Inventario en exceso	0:14:58	2,28%	0:05:36	0,85%
TOTAL	1:59:51	18,22%	1:00:40	9,22%

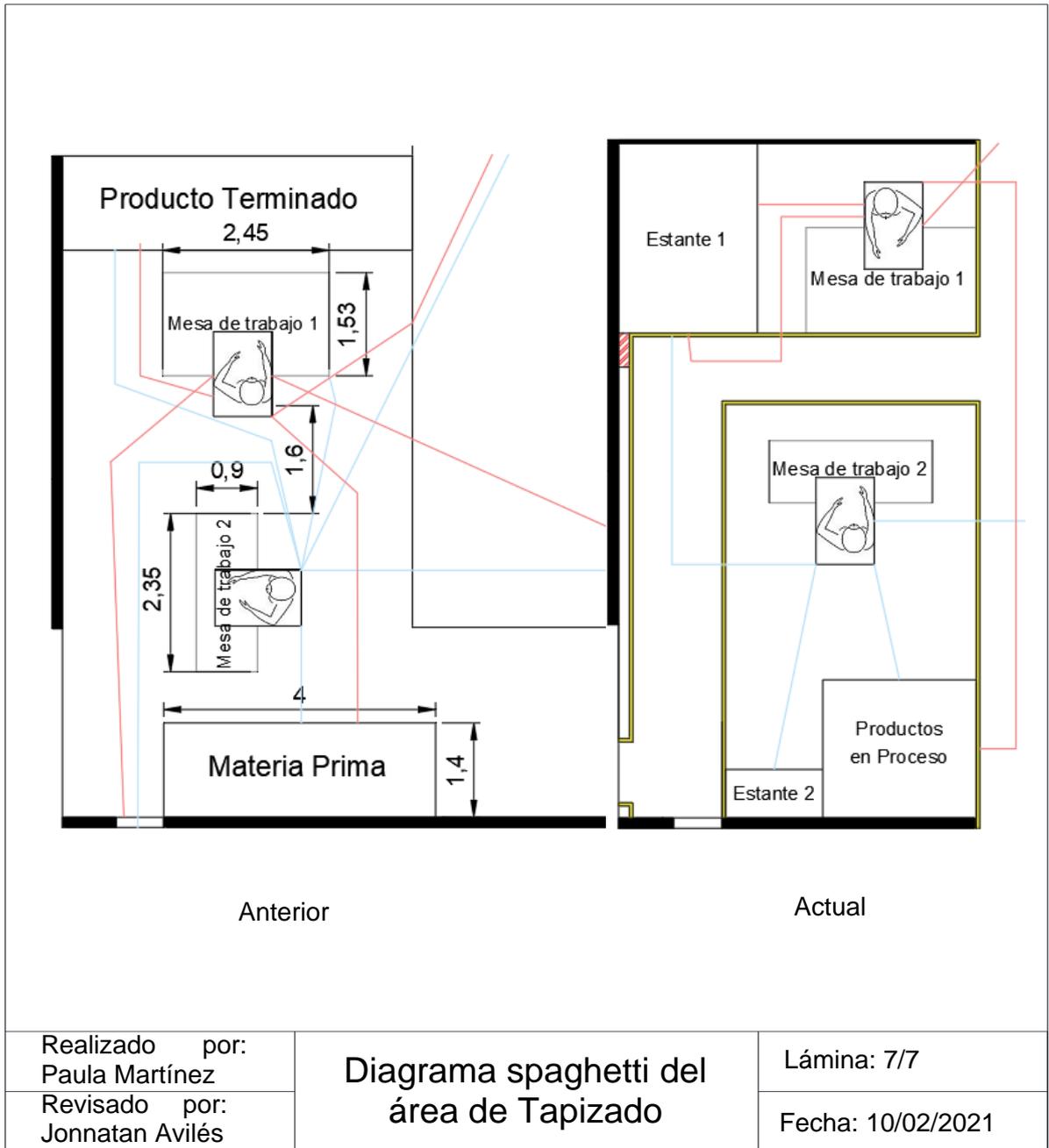


Figura 38. Comparativa de Diagrama Spaghetti