

Caso de Estudio



## Propuesta de aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en una planta de adhesivos del sector textil: Caso de estudio

### A Proposal to Apply Lean Manufacturing Tools in an Adhesive Plant of Textile Sector: A Study Case

DOI: <https://doi.org/10.51378/reuca.v1i17.8011>

Fecha de recepción: 29 de agosto de 2023

Fecha de aceptación: 29 de enero de 2024

**Melissa Tatiana Amaya Marroquín**

*Supervisora VPO, ILC*

[melissaamaya1998@gmail.com](mailto:melissaamaya1998@gmail.com)

ORCID: 0009-0000-0331-8821

El Salvador

**Alan Daniel Bermúdez González**

*International Logistics Analyst, Dollar City*

[alanbermudez14@gmail.com](mailto:alanbermudez14@gmail.com)

ORCID: 0009-0005-7176-3325

El Salvador

**Gerardo Alberto Platero Gutiérrez**

*Coordinador de Cuentas, PLG Division Aduanas*

[platerogerardo94@gmail.com](mailto:platerogerardo94@gmail.com)

ORCID: 0009-0006-1660-7351

El Salvador

**Estefany Marcela Torres Ramírez**

*Analista de bodega, Sistemas Logísticos y Corporativos*

[marcatorres0214@gmail.com](mailto:marcatorres0214@gmail.com)

ORCID: 0009-0009-4243-1080

El Salvador

**Evita Marcela Álvarez Fuentes**

*Docente universitaria, UCA.*

[ealvarez@uca.edu.sv](mailto:ealvarez@uca.edu.sv)

ORCID: 0000-0002-3751-0341

El Salvador



### Resumen

En el contexto salvadoreño, la industria del calzado tiene un rol vital. Sin embargo, este sector ha tenido pocas propuestas de mejora con programas de Lean Manufacturing por su naturaleza de procesos. Este artículo presenta cómo se pueden crear propuestas piloto de mejora, a través de la aplicación de Lean Manufacturing. Se realizó un estudio de caso de una planta de producción de adhesivos que enfrenta desafíos de eficiencia y de calidad, a forma de presentar el desarrollo de la propuesta de mejora. Para la recopilación de datos, se realizaron visitas técnicas, observaciones, entrevistas con diferentes niveles del personal para poderlos plasmar en el instrumento conocido como Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Map, VSM). A partir de estos datos, se identificaron los desperdicios de reproceso de materiales para el producto final, transportes entre los procesos, demora de llegada de información entre los procesos, y un alto nivel de inventarios para ocultar los problemas. Como resultado de las propuestas piloto, se detallan la propuesta de aplicación de la metodología de las 5 S, como forma de reorganizar la información visible entre procesos y la producción jalada a partir de un sistema Kanban. Dichas propuestas se presentan en los futuros mapas con la propuesta realizada. A partir del detalle de dichas propuestas piloto, se espera que puedan incrementar su productividad y que pueda servir de guía para otras empresas en cómo crear las mejoras.

**Palabras clave:** El Salvador, industria del calzado, planta de adhesivos, desafíos, producción, calidad, Lean Manufacturing, procesos, desperdicio, mejora.

### Abstract

In the Salvadoran context, the footwear industry plays a vital role. However, this sector has had few improvement proposals with Lean Manufacturing programs due to its process nature. This article presents how pilot improvement proposals can be created through the application of Lean Manufacturing. A case study of an adhesives production plant facing efficiency and quality challenges was conducted in order to present the development of the improvement proposal. For data collection, technical visits, observations, interviews with different levels of personnel were carried out in order to capture them in the Value Stream Map (VSM). From this data, we identified the waste of reprocessing materials for the final product, transportation between processes, delay of arrival of information between processes, and a high level of inventories to hide the problems. As a result of the pilot proposals, the proposal for the application of 5s is detailed, as a way to reorganize the visible information between processes, and the production pulled from a Kanban system. These proposals are presented in the Future Maps with the proposal made. From the details of these pilot proposals, it is expected that they can increase productivity and can serve as a guide for other companies on how to create improvements.

**Keywords:** El Salvador, Footwear Industry, Adhesive Plant, Challenges, Production, Quality, Lean Manufacturing, Processes, Waste, Improvement.

### Introducción

La empresa estudiada es una planta de adhesivos del sector de calzado que fabrica tres líneas de producto. Todos sus procesos son físico-químicos que pasan por controles de calidad. Para aprovechar todo su producto, se realizan varios reprocesamientos a forma de entregar la totalidad del producto, sin considerar que han tenido otro tipo de

desperdicios en la entrega. La aplicación de Lean que se muestra aquí permite visualizar cómo han sido creadas las propuestas de mejora en detalle para atacar los problemas encontrados en dicha planta. A partir de estas propuestas piloto, otras empresas podrán ver en detalle el proceso de aplicación de mejoras a través de Lean Manufacturing. Mediante técnicas de recopilación de datos, se realizó un análisis y se diseñó el Mapeo del Flujo de Valor (de aquí

en adelante, Value Stream Mapping, VSM), de la situación actual de la planta. A partir de ello, se lograron escoger las herramientas necesarias para poder atacar los problemas presentes en la planta. Se buscó dar solución a estos problemas, usando herramientas de Lean Manufacturing, herramientas enfocadas a la reducción de desperdicios y la mejora de procesos.

Para ello, se realizaron trabajos de campo con el fin de recolectar información de relevancia que permitiera diagnosticar la situación actual de la empresa y encontrar los principales puntos de mejora y posteriormente plantear propuestas que sean viables y aplicables a la empresa en sus procesos productivos. La mejora de sus procesos productivos se verá reflejada en la reducción de tiempos de producción, eliminación de tiempos muertos o actividades que no generen valor, y en general, una mejora en la productividad de la empresa en estudio; ya que esta metodología, es aplicable a todo tipo de organización y, con sus distintas técnicas y herramientas, permite un enfoque hacia la perfección productiva.

Esto se vio reflejado en un segundo VSM, a futuro, que presenta la situación ideal de la planta al aplicar exitosamente Lean Manufacturing reduciendo eficientemente sus desperdicios.

## Marco teórico

La industria del calzado ha tenido en el año 2019 la caída más grande que había tenido en bastante tiempo. Sin embargo, aún se sabe que es un sector de suma importancia para el país.

Según el reporte de la ASI (Asociación Salvadoreña de Industria), la producción de cuero y calzado rondaba en el país los \$182.5 millones en 2017 según datos del Banco Central de Reserva. El sector tiene una participación de 1.7 % dentro de la producción industrial. En materia de empleo, al cierre del año pasado contabilizaba 3,635 puestos de trabajo" (Cantizzano, 2021).

Esto pone en evidencia que el sector ha tenido problemas en su producción. Sin embargo, para el mercado, la industria del calzado mantiene una gran oportunidad.

En el tercer trimestre del 2022 se ve que la industria del calzado ha crecido en toda Centroamérica en la

cual el principal importador en la región fue Guatemala con \$147 millones, seguido de Panamá con \$126 millones, El Salvador con \$65 millones, Honduras con \$65 millones, Costa Rica con \$54 millones y Nicaragua con \$25 millones. Durante el tercer trimestre del 2022 los mercados centroamericanos que aumentaron sus compras fueron Panamá con 40%, Honduras en 30% y Guatemala en un 18%. Para este mismo período los mercados que redujeron sus importaciones fueron Costa Rica en un 32%, seguido de Nicaragua con 28% y El Salvador en 1%. (CentralAmericaData, 2023).

A partir de estos indicadores, se ve claramente la oportunidad de mercado de las empresas de calzados. Si estos niveles de demanda en importación se mantienen, entonces los productores locales pueden buscar suplir ese mercado desde que cumplan con la calidad requerida a dichos consumidores. Esta oportunidad sólo será posible si existe una mejor condición de producción, ya sea por reducción de tiempos y/o costos.

A pesar de las oportunidades existentes para dicho sector, poco se reconoce que esas empresas han logrado implementar programas de mejora continua. En la búsqueda del aumento de productividad, se destaca Lean Manufacturing, que ha dado resultado positivo en otros casos como es el caso de "A Case Study on Reducing Setup Time Using SMED on a Turning Line" en el cual, en este estudio, se aplicó la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die) para optimizar el proceso de cambio de producción en una línea de fabricación específica. Se investigaron en detalle formas de reducir los tiempos de preparación internos y se minimizaron los errores para eliminar pasos de ajuste innecesarios. Como resultado de la implementación de SMED, el tiempo de preparación se redujo de 1418 a 930 minutos en una línea de trepanado de rodamientos de bolas. También se notó una reducción del tiempo de cambio de 749 a 466 minutos cuando dos operadores trabajaron de manera colaborativa. Este estudio demuestra una exitosa aplicación de SMED en una fábrica de rodamientos de bolas (Sahin y Kologlu, 2022). "Manufactura esbelta" (Lean Manufacture), es un término que recoge la palabra inglesa lean, la cual puede traducirse como "sin grasa, escaso, esbelto". Si la palabra se aplica a un sistema productivo, significa "ágil, flexible", es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente (Rajadell, 2011, p. 34). El VSM, es una visión del negocio

donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar en un papel de una manera sencilla y visual, todas aquellas actividades que se realizan actualmente para obtener un producto" (Rajadell, 2010, 34).

Por otra parte, el mapa de valor futuro presenta la mejor solución a corto plazo para la operación, teniendo en cuenta las mejoras que se van a incorporar al sistema productivo. El mapa futuro representa parte del plan de acción para implementar las herramientas Lean, dada una situación previamente analizada. Las herramientas Lean que se muestran en este mapa como un relámpago representan la serie de eventos Kaizen que debe realizar el equipo y que se describan en cada tema según sea necesario (Socconini, 2019, 105). Los beneficios que pueden traer la implementación de herramientas de manufactura esbelta no solo son para la empresa si no que también se pueden ver reflejados en los empleados así como menciona el estudio titulado Implementation of the Lean Concept and Simulations in SME, llevado a cabo por Tanasic, Janjic, Sokovic y Kušar, en 2022, en el que menciona que los empleados están altamente motivados y se han implementado varios sistemas. El éxito en la aplicación de las prácticas de las 5 Ss ha creado un entorno de trabajo agradable y seguro, y el desarrollo oportuno de herramientas en el taller de prensado ha mejorado la satisfacción del cliente y contribuido a cumplir los objetivos de producción. La rotación del inventario se ha incrementado de 8 a 14, lo que significa que el inventario se renueva seis veces más al año. La reducción en el tiempo de cambio de 135 minutos a cuarenta y cinco minutos ha aumentado la disponibilidad de tiempo de producción en noventa minutos en cada cambio. Se han implementado más de 300 Kaizen, con un promedio de treinta por unidad, lo que ha resultado en ahorros en material, tiempo de proceso, esfuerzo, entre otros, generando beneficios globales (Tanasic, Janjic, Sokovic y Kušar, 2022).

La metodología del mapa de la cadena de valor es una herramienta de papel y lápiz que le ayuda a ver y comprender el flujo de material e información mientras el producto pasa por la cadena de valor. Lo que queremos decir con cartografía de la cadena de valor es sencillo: siga el camino de producción de un producto desde el cliente hasta el proveedor.

y dibuje cuidadosamente una representación visual de cada uno de los procesos en el flujo de material e información (Rother y Shook, 1999).

Hacer esto nos ayuda a poder contemplar con mayor facilidad el valor y las fuentes de desperdicio en el flujo.

Lo importante es poner en práctica un flujo que agregue valor. Para crear este flujo se necesita una visión de este. Dibujar mapas le ayuda a ver y a enfocarse en el flujo con una visión de un estado ideal o al menos mejorado (Rother y Shook, 1999).

El término japonés para el mejoramiento continuo es Kaizen, el cual ayuda a alcanzar la meta de "Lean", que es eliminar todos los desperdicios en el proceso. Kaizen es una filosofía completa que lucha por la perfección y mantener el sistema de producción Toyota (Villaseñor, 2007, p. 15). Sin embargo, a pesar de dichas implementaciones, parte del sector de calzado necesita revisar ejemplos prácticos sobre el detalle de crear propuestas piloto de mejora. Sin ese ejemplo, el sector poco tendrá una guía de cómo mantener su producción frente al crecimiento actual. Este artículo presenta un ejemplo de cómo crear las propuestas piloto de mejora a través de la aplicación de Lean Manufacturing.

## **Materiales y métodos**

Para la realización de la metodología se ha seleccionado por el tipo de proyecto que se realizó el más apto es el del estudio de casos, Este método tiene 6 partes que son: definir el marco conceptual, planear casos. Conducir prueba piloto, recolectar datos, analizar datos y generar reportes

## **Investigación inicial**

Una vez se tenía la empresa de la que se iba a hacer el estudio, se estableció el alcance y los objetivos y las preguntas de investigación, se hizo una investigación preliminar de tesis pasadas tanto elaboradas en el país como internacionales (Chacón, 2019) y se tomaron las que tenían más relevancia para la creación de pruebas piloto con herramientas de Lean Manufacturing y se hizo la investigación de dichas herramientas y los beneficios que podían tener para la planta de adhesivos.

## Planear casos

¿Por qué seleccionamos a la planta de adhesivos? Ello se debe a que no existe evidencia de herramientas de Lean Manufacturing en ella. Por tanto, es posible observar nuevas formas de mejorar y seleccionar las herramientas más adecuadas para dicha planta. Lo más importante es que la compañía quiere implementar herramientas de Lean Manufacturing, pero no lo han logrado hasta la fecha.

## Prueba piloto

En la elaboración de dicha prueba piloto se elaboran una serie de guiones que son utilizados como los instrumentos de dicha prueba, que nos permitirán saber qué información se recolecta y observará en la en visita técnicas. Los instrumentos son los siguientes:

- a. Guión de entrevista
- b. Guía de la visita técnica
- c. Guión de observación

## Recolección de datos

Se utilizaron diferentes métodos para la recopilación de información como las que se mencionan a continuación:

- d. Visitas técnicas a las plantas: para poder visualizar de mejor manera los procesos que la planta maneja en la actualidad, realización del VSM, observar la rapidez o eficiencia de su personal, etc. Con una duración de 1 a 2 horas por visita, según sea acordado con la empresa y el nivel de requerimiento para la investigación
- e. Observación: Este paso busca delimitar la situación actual de las plantas en cuestión, analizando cómo trabajan los operarios, cuáles métodos utilizan para mejorar la productividad y minimizar los desperdicios visualmente percibidos. etc. De esta manera, permite registrar los hechos empíricos del comportamiento tal como ocurre.
- f. Entrevista a personal: Con ello se pretende obtener toda la información que no se obtiene con simple inspección, es decir, datos históricos, métricas utilizadas actualmente, porcentajes de eficiencia, productividad, entre otros.

Las tablas, cuestionarios y encuestas que fueron llenadas fueron las siguientes:

- Cuestionario para la identificación del proyecto,
- Cuestionario para identificar el flujo del área a trabajar,
- Cuestionario para la selección del equipo de implementación,
- Cuestionario de evaluación de la organización,
- Listado de herramientas o elementos innecesarios,
- Evaluación de ordenamiento,
- Evaluación de limpieza,
- Estándar de orden por área,
- Control de limpieza por área,
- Cuestionario de implementación de indicadores de localización,
- Cuestionario de evaluación de autodisciplina,

- g. Documentación de procesos de plantas: Con ello se busca recabar toda la información que pueda brindar la empresa para la elaboración de la tesis. Para poder realizar el diagnóstico de la situación actual, la documentación se realizó por medio de dos herramientas principales: la observación y las visitas técnicas, además de entrevistas semiestructuradas con la gerente de la planta de adhesivos y el coordinador de producción. En cada una de estas visitas, se contó con la presencia del coordinador de producción a lo largo del recorrido. Luego del recorrido, se inició la entrevista con preguntas generales sobre la planta, y a partir de esas preguntas se fue profundizando en la situación actual de la planta.

A raíz de las entrevistas, se pudo identificar que, dentro del total de la producción, existen 3 familias de productos. Se muestra a continuación, la distribución de las 3 familias de productos a través de las etapas de transformación de la materia prima

**Figura 1**

*Matriz de familia de productos y procesos en los que ocurren*

	1 RECEPCION DE MP	2 CARGA DE MAQUINAS	3 MEZCLADO	4 INSPECCION DE CONTROL DE CALIDAD	5 VACIADO DE MAQUINAS
Neopranos	X	X	X	X	X
Poliuretanos	X	X	X	X	X
Colas blancas	X	X	X	X	X

Además, se presentan los porcentajes que representa cada familia de productos, respecto al total de la producción:

**Figura 2**

*Porcentajes de producción por familia de productos*

Adhesivo	Porcentaje de producción
Neoprenos	80%
Poliuretanos	10%
Colas blancas	10%

A partir de las visitas técnicas que se realizaron en la planta, la observación de las áreas existentes dentro de la misma y cómo ocurre el flujo operacional de inicio a fin, se diseñaron los diagramas que se presentan a continuación, que muestran el flujo operacional actual para el proceso de llenado de barriles y el llenado de latas y otras presentaciones.

### **Análisis de datos**

A partir de lo obtenido en la etapa de recolección de datos, se realizará un análisis de la planta, apoyado por el VSM que se realizará en la etapa mencionada con el fin de "que permita una fácil identificación de las operaciones que aportan valor con respecto a las operaciones que serán consideradas 'mudas', permitiendo esto priorizar la acción de mejora futura, comprobar asimismo el correcto cumplimiento con respecto a la demanda

y que deje a la vista al mismo tiempo las posibles dificultades para satisfacerla" (Rajadell, 2010). En otras palabras, el VSM nos permitirá lidiar de la mejor manera posible con las siete "mudas" o desperdicios del Lean Manufacturing: Transporte, Inventario, Movimiento, Espera, Sobreproducción, Sobre proceso y Defectos. A su vez, se podrán observar las áreas o puntos críticos de mejora en la planta, y así determinar las herramientas de Lean Manufacturing que mejor se apliquen a cada una de ellas. Posteriormente, se pasará a la última fase del método en donde se presentarán los resultados del análisis de datos y empezar la generación de propuestas para el objeto de estudio.

### **Generación del reporte**

Luego del análisis realizado en la planta y la determinación de las áreas de mejora en la planta, se obtendrán tres

reportes: El primero de ellos es el VSM actual de la planta. Posteriormente se creará la propuesta piloto de aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing; y como último reporte, se tendrá el nuevo VSM, que refleja el impacto de la aplicación de las herramientas en las áreas de mejora en la planta de adhesivos.

## Resultados

### Situación actual de la planta

Se recopilieron datos que fueran de relevancia para poder presentar la situación actual de la planta, en cuanto a sus procesos operativos se refiere. Para ello, se utilizó la herramienta del Value Stream Mapping (VSM),

herramienta que permite conocer el flujo de materiales e información que se requieren para poder fabricar productos que luego puedan ser comercializados (Tapping, D. y Shuker, 2003). Con el uso del Value Stream Mapping, se pudo visualizar la información recopilada de la planta de adhesivos, y se pudieron distinguir sus distintos procesos, tiempos y demás información importante. Esto será de mucha utilidad ya que nos permitirá observar con mayor facilidad puntos de mejora de la planta, y así poder decidir qué herramienta de Lean Manufacturing se puede utilizar para reducir desperdicios y mejorar los procesos de la planta.

Figura 3

VSM actual (Neoprenos)

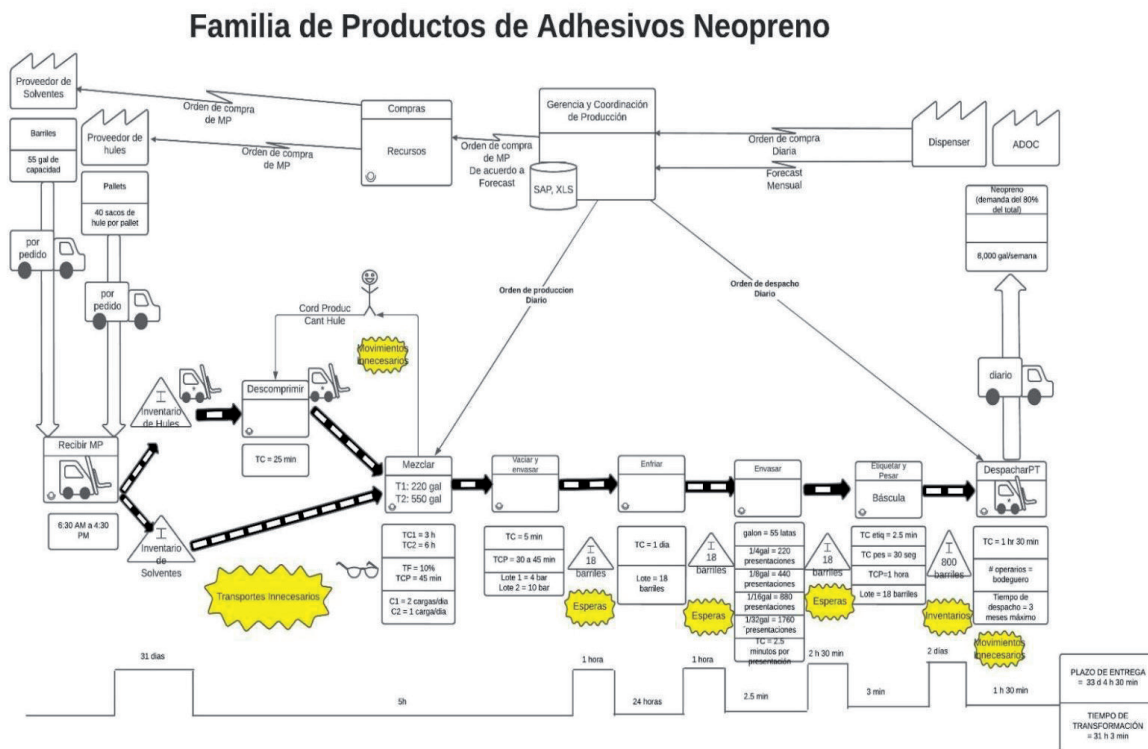


Figura 4

VSM actual (Poliuretanos)

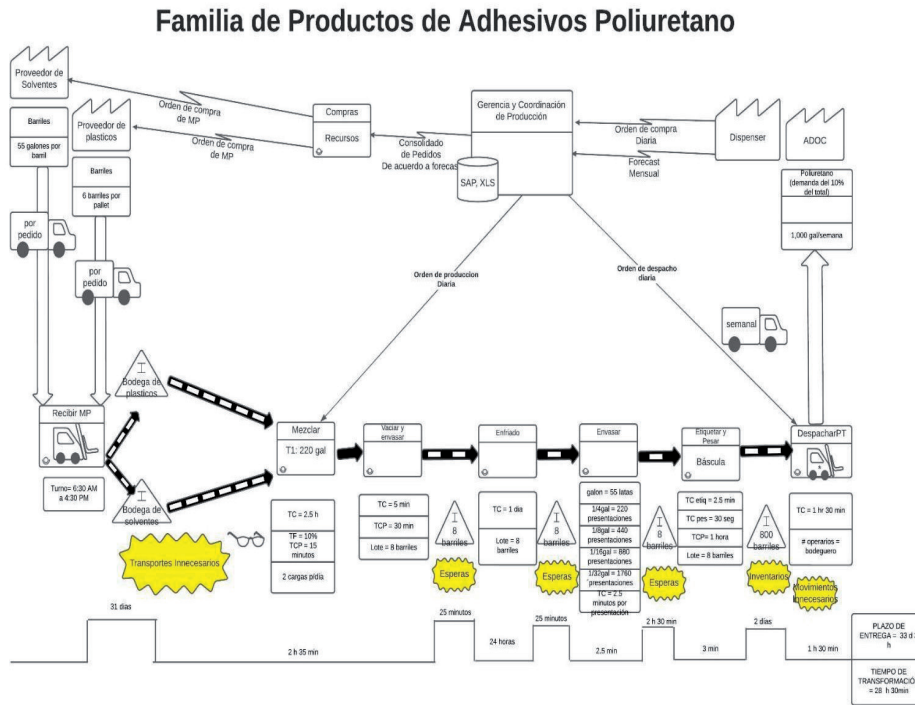
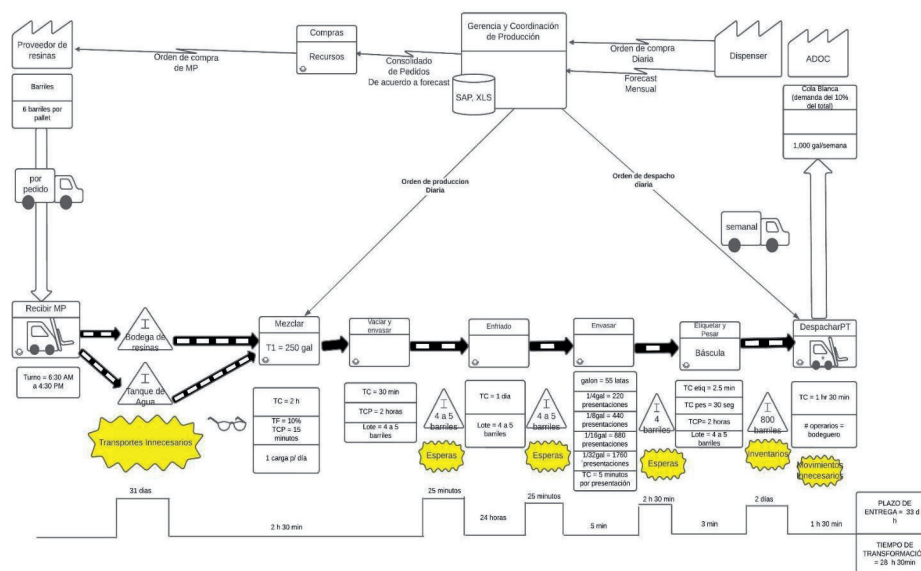


Figura 5

VSM actual (Colas blancas)

### Familia de Productos de Adhesivos Colas Blancas





A partir de lo visualizado en el VSM, se pudieron observar tres debilidades principales de la planta:

1. Existe un exceso de inventario en el área de producto terminado: el área designada para almacenaje de barriles con producto y las bodegas de producto terminado 1 y 2 (las cuales son bodegas de almacenaje de presentaciones de adhesivos). Esto supone un gran desperdicio para la planta ya que, en las visitas técnicas, se observó que algunos de los barriles con adhesivos tienen tres meses de haber estado almacenados, y para el resto de las presentaciones han estado almacenadas por un mes.
2. Existen transportes dentro del flujo operativo de la planta que se efectúan debido a la distribución actual de la misma. La bodega de MP y el área de producción se encuentran en extremos opuestos de la planta y esto ocasiona que cada vez que se necesite fabricar algún tipo de adhesivo se recaiga en transportes innecesarios de MP. Se tiene un solo operario de montacargas y debido al exceso de inventario que se describe en el punto anterior, el movimiento para el montacargas es bastante limitado lo que aumenta los tiempos de transporte para poder llevar la MP necesaria al área deseada.
3. Las bodegas de procesos y de producto terminado se encuentran en malas condiciones, propiciando el daño a los productos empacados. Estas bodegas se encuentran situadas al lado del área de envasado y etiquetado. El principal problema que se observa dentro de esta área es la cantidad de artículos y herramientas desorganizadas, si bien son artículos que utilizan a diario como envases, etiquetas, cajas, tapaderas, bolsas plásticas, tapones y demás; esta bodega también cuenta con elementos que no aportan un valor al flujo del proceso. Teniendo esto en cuenta, la medición visual que contribuye a la mejora de eficiencia puede mejorar porcentualmente, ya que, además, no cuentan con ningún tipo de etiqueta que señale

el tipo de objeto que contiene cada caja (como las etiquetas de los envases, por ejemplo), por lo que los tiempos que invierten en la búsqueda de las herramientas que utilizan a diario aumenta, convirtiendo esto en tiempos muertos. El problema principal que se puede observar en las bodegas de productos terminados 1 y 2 consiste en que se han metido los pallets de una forma desordenada, colocándolos donde hay espacio. Cabe mencionar que en estas bodegas se dejan los pallets por medio de carretillas ya que no hay un orden dentro de las bodegas para poder transportarlos en montacarga. Esto hace que se pierda tiempo, tanto para ir a dejar el producto terminado en esta área como para entregar los pedidos que están dentro. Ello se debe a que, a fin de hacer un pedido que está dentro de la bodega, se tiene que hacer el espacio para que salga el pallet que se necesita.

## Propuesta de las 5 S

Si bien la implementación de la metodología de las 5 S, enfocándose en las tres primeras; clasificación, organización y limpieza (Sort, Straighten, Shine), no se probó directamente con los colaboradores de la planta de adhesivos, se espera que, al utilizar los marcos, plantillas y recomendaciones propuestas, la planta experimente mejoras notables en su eficiencia y organización. La creación de las plantillas detalladas para implementar la metodología ha proporcionado una guía clara para clasificar los elementos y herramientas en cada área de trabajo. Aunque no se pudo obtener evidencia empírica de los resultados, se espera que la clasificación efectiva y la eliminación de elementos innecesarios mejoren la organización general y reduzcan el tiempo perdido buscando herramientas o materiales. Asimismo, la propuesta de implementar estantes en las bodegas principales de almacenamiento de productos terminados se basa en las recomendaciones y mejores prácticas de la metodología Lean. Si se adopta esta medida, se anticipa una mejora en la organización del inventario y una mayor eficiencia en los procesos de almacenamiento y despacho.

Figura 6

Bodega de producto terminado 1

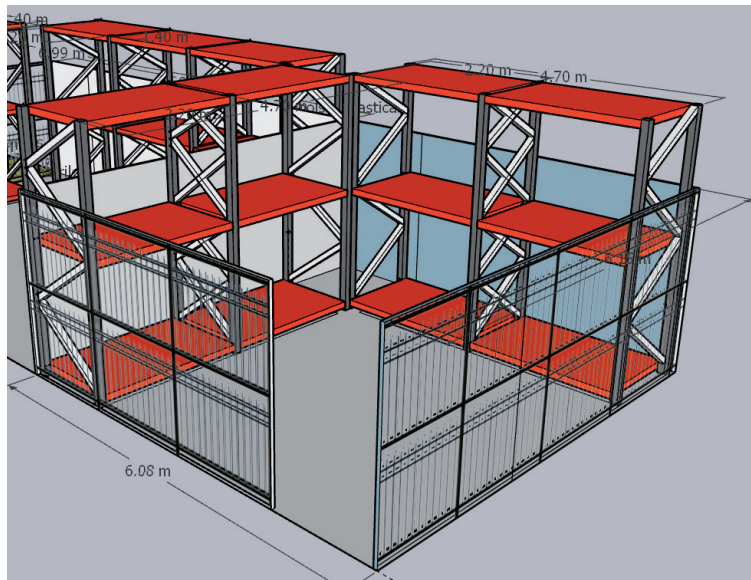
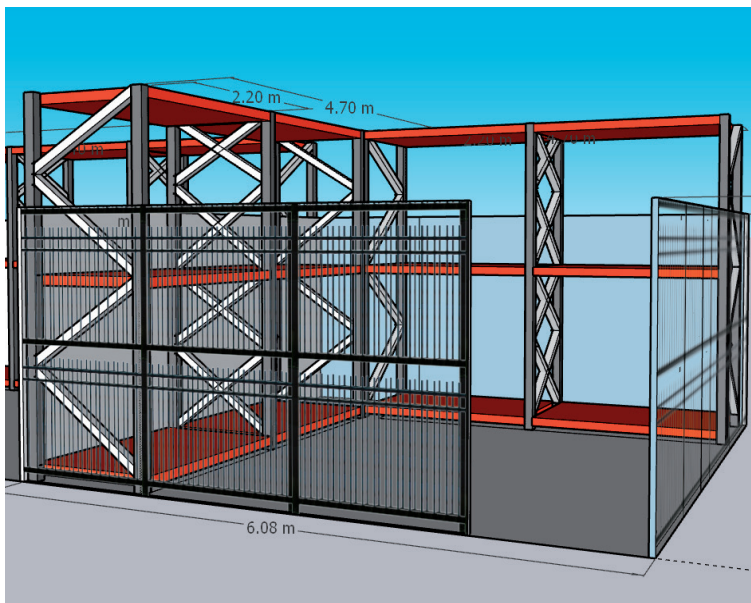


Figura 7

Bodega de producto terminado 2



Es importante tener en cuenta que el éxito de la propuesta dependerá de la implementación adecuada de las acciones recomendadas y de la disposición de la planta de adhesivos para adoptar y mantener los cambios propuestos. Aunque

no se haya realizado una validación empírica, se espera que, al seguir las recomendaciones presentadas, la planta pueda beneficiarse significativamente en términos de eficiencia operativa y organización.

### Propuesta Kanban

La propuesta de implementación Kanban para la eliminación de exceso de inventario se centra en organizar el flujo de producción de forma que se esté produciendo exactamente lo que se necesita, en el tiempo que se necesita. Esta propuesta se enfatiza en el área de producto terminado de la planta donde visualmente se percibe un exceso de inventario, por lo que, está propuesta consiste en marcar los siguientes pasos claves:

- Una persona se encarga de trasladar los nuevos pedidos a cada una de las estaciones.
- Una segunda persona se encarga de monitorear que las tarjetas Kanban fluyan de estación en estación.
- Se tiene un tablero visual estratégico el cual muestra puntos e información de los pedidos.
- Se monitorea el trabajo en proceso para un mejor control por medio de tarjetas Kanban de

transporte, el cual representa el movimiento desde la estación de trabajo predecesora a la estación que solicita el transporte. También se monitorea por medio de tarjetas Kanban de producción, las cuales indican el tipo y cantidad a producir por el proceso anterior.

Para tener un mejor control de producción se obtiene el Takt Time, el cual considera el tamaño del lote a producir semanalmente por cada tipo de adhesivo. Esta propuesta establece que al calcular de forma correcta el lote de producción se asegura que se estará produciendo lo necesario sin tener excesos. Posteriormente, el tablero Kanban permite tener una correcta visualización de los pedidos a realizar. Tener mapeado los cuellos de botella, llevar registros de producción y hacer revisiones periódicas son elementos que promueven un buen desempeño en la planta y una correcta aplicación de la herramienta Kanban. La implementación exitosa de estas herramientas descritas anteriormente, tendrán un impacto que se ve reflejado en la situación futura.

### VSM Futuros

Figura 8

VSM futuro (neoprenos)

### Familia de Productos de Adhesivos Neopreno

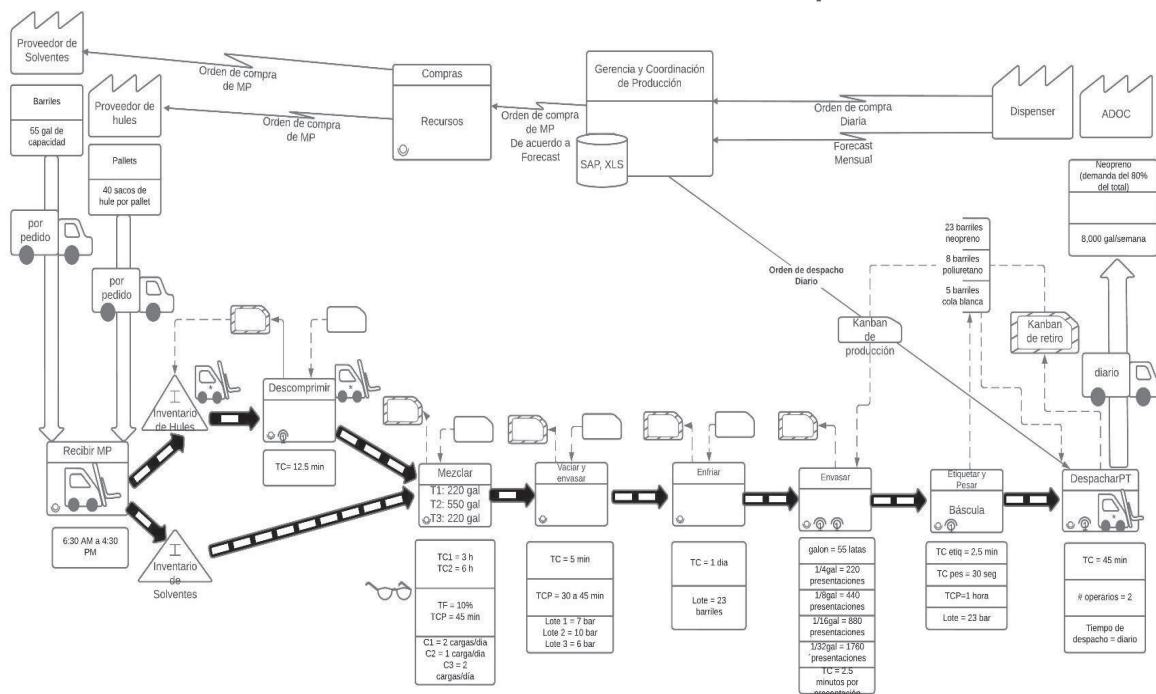


Figura 9

VSM futuro (Poliuretanos)

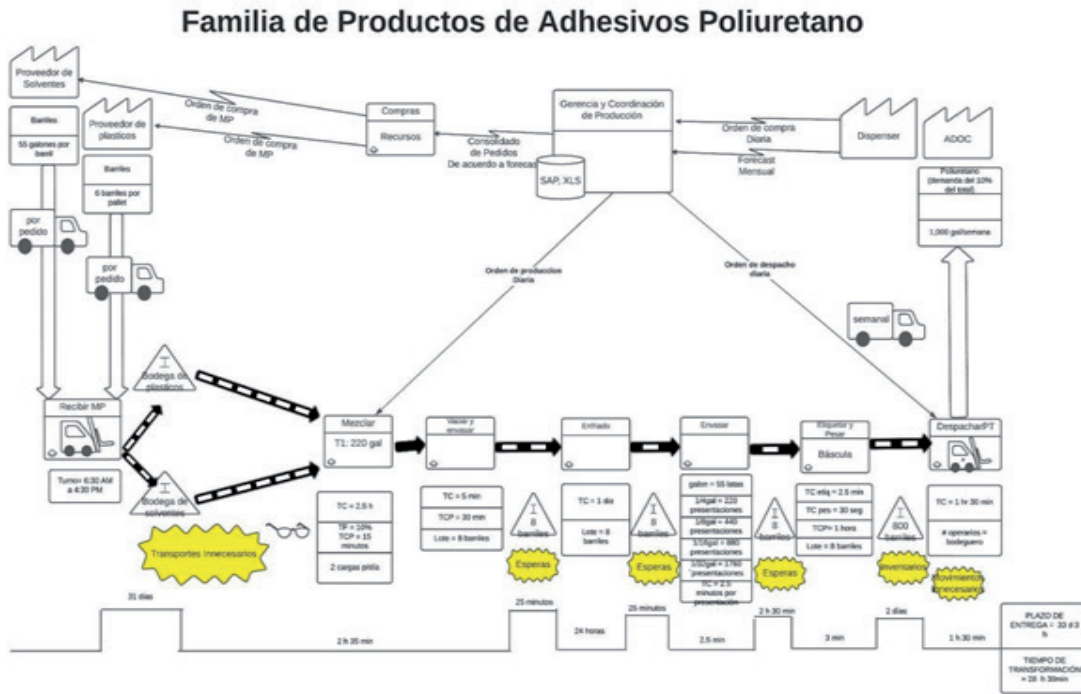
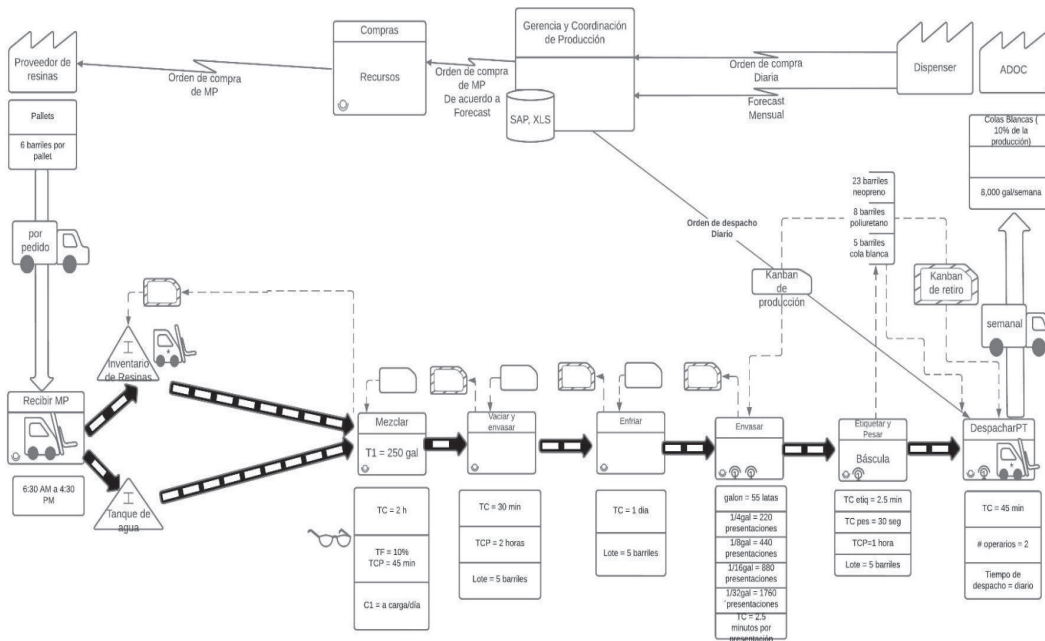


Figura 10

VSM futuro (Colas blancas)

### Familia de Productos de Adhesivos Colas Blancas



## Conclusiones

A partir de lo visualizado y desarrollado en la planta de adhesivos, se presenta cómo crear las propuestas piloto de mejora por medio de Lean Manufacturing. A través del análisis realizado en este trabajo, se desarrollaron propuestas con el objetivo de implementar herramientas de Lean Manufacturing en la planta. Estas propuestas están diseñadas para abordar los principales desafíos identificados, como los altos niveles de carga de trabajo, el sobre inventario, la desorganización de los productos y los retrasos en el puerto de carga. Al aplicar herramientas Lean específicas, como la metodología de las 5 S, el análisis del flujo de valor (Value Stream Mapping) y la herramienta Kanban, se espera mejorar significativamente la eficiencia y la productividad en la planta. Se han identificado las herramientas y técnicas más adecuadas para abordar los desafíos específicos de la planta de adhesivos de acuerdo con la información obtenida. La propuesta piloto es la metodología de las 5 S para la mejora de la organización y la gestión visual. Esto, mediante la aplicación de estantes dentro de las bodegas de producto terminado con lo cual se mejora su capacidad de almacenamiento.

Se diagnosticó la situación actual en la planta, obteniendo un panorama completo de los desafíos y problemas existentes. A partir del VSM actual se observó que los altos niveles de carga de trabajo, el sobre inventario, la desorganización de los productos y los retrasos en el puerto de carga son factores que afectan la eficiencia y la capacidad de respuesta de la planta. Este análisis proporcionó una base sólida para la implementación de mejoras basadas en Lean, ya que permite comprender a fondo los problemas y sus causas subyacentes. Otra de las propuestas de mejora es la implementación de un sistema Pull (Kanban) en el proceso productivo de la planta, con el fin de producir no más de lo que se necesita, generando la reducción de inventarios. Además, se estableció una nueva máquina de producción para los neoprenos, aumentando la capacidad productiva de la planta, respetando la lógica de un sistema Kanban y manteniendo la capacidad de suplir la demanda semanal de adhesivos.

Con el fin de garantizar la efectividad y el éxito de las propuestas piloto, se han desarrollado planes de control. Estos planes se centran dentro de las propuestas de la herramienta 5 S y Kanban. Estos planes de control incluyen una estructura clara de implementación por medio de tablas que indican claramente lo que se debe hacer y qué indicadores tomar en cuenta para medir y evaluar el progreso y la efectividad de las mejoras, y mecanismos de seguimiento. Los planes se basan en las mejores prácticas de Lean y se adaptan específicamente a las necesidades y características de la planta de adhesivos. La implementación de estos planes de control permitirá evaluar y validar la efectividad de la propuesta piloto 5 S, pues servirán como referencia para futuras implementaciones a gran escala en la planta.

## Referencias bibliográficas

- Calzado: compras de empresas guatemaltecas por \$147 millones (s.f.). Central America Data. [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Calzado\\_Compras\\_de\\_empresas\\_guatemaltecas\\_por\\_147\\_millones](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Calzado_Compras_de_empresas_guatemaltecas_por_147_millones)
- Cantizzano, A. (19 de junio de 2021). Sector calzado se contrae en exportaciones. La Prensa Gráfica. <https://www.laprensagrafica.com/economia/Sector-calzado-se-contrae-en-exportaciones-20210618-0074.html>
- Chacón, J. (2019). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa de calzados Chang, S. R. L. [Tesis de licenciatura no publicada]. Universidad Señor de Sipán. <https://shorturl.at/eqzE5>
- Liker, F. (2004). Las claves del éxito de Toyota: Catorce principios de gestión del fabricante más grande del mundo. Planeta.
- Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos.

- Rother, M. y Shook, J. (1998). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. The Lean Enterprise Institute.
- Sahin, R. y Kologlu, A. (2022). A Case Study on Reducing Setup Time Using SMED on a Turning Line. Gazi University Journal of Science, 35 (1), 60–71. DOI:10.35378/gujs.73596
- Tanasic, Z. Janjic, G., Sokovic, M. y Kušar, J. (2022). Implementation of the Lean Concept and Simulations in SMEs – a Case Study," International Journal of Simulation Modeling, 21, (1). 77–88. DOI: <https://doi.org/10.2507/IJSIMM21-1-589>
- Tapping D. y Shuker, T. (2003). Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas. Productivity Press.