

**Diseño y Evaluación de Mejoras en un Proceso de Flexografía para la Planificación de los
Tiempos de sus Actividades**



Autor:

Candy María Correa Fenel

Trabajo de grado para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Tutor: Magíster en Ingeniería. Andrés Sánchez Comas

Co Tutor: Magíster en Ingeniería. Alexander Troncoso Palacio

Universidad de la Costa, CUC

Programa de Ingeniería Industrial

Barranquilla, Colombia

2022

Nota de Aceptación

Ing. Yulineth Gómez Charris

Jurado

Ing. Aida Huyke Taboada

Jurado

Barranquilla, 24 octubre de 2022

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios, quien es mi guía en todo, mi sustentador y mi máximo apoyo.

A mis padres, mis hermanos, y toda mi familia, han sido mi motor, y la razón por la cual siempre persisto en cada proyecto de mi vida, su apoyo incondicional, sacrificios y amor han sido de gran valor en este sueño de ser una profesional egresada de una de las mejores universidades de Barranquilla se haga realidad.

A todos los docentes de la Universidad de la Costa que participaron en mi proceso de enseñanza aprendizaje y a mis compañeros de clase y muy especialmente a mis tutores por siempre estar ahí brindándome su apoyo incondicional, por creer en este proyecto, en mis capacidades y darme ánimo en los momentos más cruciales.

A mis amigos que siempre supieron que podía dar más y me brindaron apoyo.

A mis Hermanos en Cristo, su apoyo y oraciones no tienen valor, los llevo en mi corazón.

A mi prometido, gracias por ser tan incondicional, por apoyarme, por estar ahí cuando sentía que el mundo se me venía encima.

A Johe y a Turizo, la gratitud de haberlos conocidos la guardo siempre en el corazón, aportaron muchos ladrillos de valor en mi vida.

Y, por último, a Will, José y todas esas personas que de una u otra persona aportaron y siguen aportando a mi preparación, a mi vida y a cada proyecto que he emprendido.

Resumen

Es de comprender que en la actualidad los procesos y las empresas forman un rol fundamental a la hora de marcar un precedente en toda la generación de probabilidades de trabajo, de esta forma se verifica que la cantidad ideal de herramientas es directa con la gestión que deban implementar en su mejoramiento continuo, asimismo las herramientas de competitividad se alinearán constantemente a sus requerimientos. De esta forma el trabajo actual busca en primera instancia diagnosticar cada una de las etapas para agilizar y renovar los principales procesos que ejecuten en la operación empresarial, directamente se adjudicó en una revisión bibliográfica y posteriormente en la implementación de estos a través de un plan de mejora SMED en una máquina flexográfica. En primer lugar, el problema en estudio corresponde a la baja productividad de la máquina, donde se utiliza la herramienta de causa y efecto para encontrar posibles soluciones, establecer metas, hipótesis y mejoras de procesos. SMED es un método ampliamente utilizado para reducir el tiempo de configuración o de preparación de la máquina. Esta intervención directa en la empresa ha de generar diferentes beneficios capaces de solventar la competitividad y el déficit de ordenamiento que posee la misma, logrando así que los tiempos y cantidades de demanda y oferta puedan ser cubiertos a todas horas para la necesidad mayor de la empresa, logrando por lo tanto un incremento en la consideración de asignación de trabajos viables, sobre todo, capaces de generar un buen desempeño. Con base en esta metodología se buscó reducir el tiempo de preparación de la máquina, además de los procesos principales de ocupación. Además, a través del desarrollo del SMED, se identificaron posibles mejoras en el área de trabajo y en las actividades relacionadas con el tiempo de montaje

Palabras Clave: flexografía, SMED, Lean Manufacturing, Mejoramiento Continuo

Abstract

It is to be understood that processes and companies currently play a fundamental role in setting a precedent in the entire generation of work probabilities, in this way it is verified that the ideal number of tools is direct with the management that they must implement in its continuous improvement and the competitiveness tools that these require. In this way, the current work seeks in the first instance to diagnose each of the stages to streamline and renew the main processes that are carried out in the business operation, it was directly awarded in a bibliographic review and later in the implementation of the same through a plan. Of improvement SMED in a flexographic machine in the company. In the first place, the problem under study corresponds to the low productivity of the machine, where the cause-and-effect tool is used to find possible solutions, establish goals, hypotheses, and process improvements. SMED is a widely used method to reduce setup time (machine setup time). This direct intervention in the company, must generate different benefits capable of solving the competitiveness and the organization deficit that it has, thus achieving that the times and amounts of demand and supply can be covered at all hours for the greatest need of the company. Company, thus achieving an increase in the consideration of assigning viable jobs and, above all, capable of generating arduous performance. Based on this methodology, we sought to reduce the preparation time of the machine, in addition to the main occupation processes. In addition, through the development of the SMED, possible improvements in the work area and activities related to assembly time were identified.

Keywords: flexography, SMED, Lean Manufacturing, Continuous Improvement

Contenido

Lista de Tablas y Figuras	9
Figuras	10
Introducción	11
Descripción y Planteamiento del Problema	13
Planteamiento del Problema	13
Formulación de pregunta problema	15
Justificación	16
Objetivos	17
General	17
Específicos	17
Marco Metodológico	18
Diseño Metodológico	18
Análisis Preliminar	19
Enfoque	20
Alcance	21
Alcance	22
Marcos de Referencia	23

Marco Teórico	23
Marco Conceptual	30
Extensiones del Modelo Lean	32
Flujograma	34
SMED 35	
5'S	37
Marco Legal	40
Diagnóstico y Resultados	41
Análisis General de los Procesos	41
Condicionantes iniciales del Proceso	44
Puntos Críticos de Mejoramiento	47
Análisis de Datos	49
Tiempo total de producción.	49
Propuesta de Renovación de Formato	54
Evaluación de Tiempos	58
Análisis por etapas	59
Resultados Post SMED (Lean Manufacturing)	62
Propuesta	64
Implementación de formas de trabajo	69
Aplicación de la Metodología 5'S	70
Conclusiones	73
Recomendaciones	75

Lista de Tablas y Figuras**Tablas**

Tabla 1 <i>Principios Lean Manufacturing</i>	31
Tabla 2 <i>Extensiones del Modelo Lean Manufacturing</i>	32
Tabla 3 <i>Ámbitos de Mejoramiento y su Variable de Control</i>	42
Tabla 4 <i>Condiciones Generales de Operación y Procesos</i>	44
Tabla 5 <i>Distribución del Área Empresarial</i>	46
Tabla 6 <i>Puntos Críticos de Mejoramiento</i>	47
Tabla 7 <i>Capacidad de Máquina</i>	49
Tabla 8 <i>Actividades para Desmontar la Máquina</i>	53
Tabla 9 <i>Actividades para Montar la Máquina</i>	54
Tabla 10 <i>Desmontado de Máquina</i>	59
Tabla 11 <i>Actividades para Montar la Máquina</i>	60
Tabla 12 <i>Determinación de Tiempos (Estandarizar)</i>	65

Figuras

Figura 1 <i>Matriz de Flujograma</i>	34
Figura 2 <i>Simbología Flujograma</i>	35
Figura 3 <i>Fases SMED</i>	37
Figura 4 <i>Productividad Histórica De Máquina de Flexografía (2022)</i>	50
Figura 5 <i>Horas De Utilización De Máquina Flexográfica (2022)</i>	51
Figura 6 <i>Kilogramos Elaborados (2022)</i>	51
Figura 7 <i>Demanda de Producción Mensual (2022)</i>	52
Figura 8 <i>Distribución de Tiempos de Máquina Flexográfica (en minutos)</i>	56
Figura 9 <i>Pareto Tiempos por Etapa (2022)</i>	56
Figura 10 <i>Tiempos Históricos Promedios (2021 – 2022)</i>	57
Figura 11 <i>Tiempos de Configuración</i>	58
Figura 12 <i>SMED Actividades Internas y Externas</i>	62
Figura 13 <i>Mejora SMED Teórica (en minutos)</i>	64
Figura 14 <i>Tiempos de la empresa</i>	66
Figura 15 <i>Distribución de Funciones</i>	67
Figura 16 <i>Diagrama de Flujo Desmontar Máquina</i>	68
Figura 17 <i>Diagrama de Flujo Montado de Máquina</i>	69

Introducción

La flexografía se considera el sistema de impresión de más rápido crecimiento en un futuro próximo. El cobre simple o prensado, la tinta y, sobre todo, los nuevos materiales -cerámicos y metálicos- empleados en los componentes de la impresora, han elevado la calidad de la impresión flexográfica a cotas inimaginables hace décadas, igualando o incluso superando al offset y al huecograbado. La flexografía es uno de los métodos de impresión más económicos en cuanto al producto final, ya que permite realizar más copias a menor costo.

Para este proyecto, la empresa en cuestión se dedicada a la producción y distribución de diferentes tipos de etiquetas, a lo largo de los años ha ido innovando y aumentando su cartera de productos, sin embargo, existen problemas en diferentes sectores y tiempos de la operación completa, lo que provoca que además no cuenten con un protocolo de calidad que logre disminuir los tiempos, ni de la misma forma mantener un estándar en la operatividad de la empresa.

Esto incurre en una desventaja competitiva para la empresa ya que su proceso no está siendo eficiente, por lo tanto, existen retrasos y quejas por demoras en los pedidos, esto significa pérdida de dinero para la organización por cuanto los diversos sectores, procesos, materias y desperdicios que puedan afectar a la misma empresa.

Por lo tanto, este trabajo de investigación tiene como objetivo buscar la disminución de los tiempos de operación de la máquina flexográfica, a modo de estandarizar de forma general el proceso y por consiguiente a modo de cultura empresarial lograr convertir los inconvenientes graves en oportunidades de mejoramiento, para de esta forma lograr reducir mediante Lean Manufacturing y la herramienta SMED, un logro superior al resto.

Finalmente se consigue optimizar los procesos empresariales orientados a la máquina de flexográfica, delimitando sus operaciones y mejorando en los conocimientos sobre lean Manufacturing a la empresa, así mismo se entrega este modelo de investigación para poder ampliar las necesidades directas de esta en cualquiera sea la investigación futura.

Descripción y Planteamiento del Problema

Planteamiento del Problema

En la actualidad la mayoría de las medianas y grandes empresas a nivel mundial realizan estudios aplicativos con la intención de alcanzar la sustentabilidad y competitividad dentro del mercado, elaborando estrategias internas y externas que maximicen la eficiencia de la compañía y minimicen los riesgos empresariales a los que se encuentran expuestos (Gil Lafuente & Barcellos Paula, 2011).

No obstante, las alteraciones del mercado hacen que cada una de las organizaciones encaminen sus procesos de acuerdo con las expectativas, necesidades o requerimientos del sector en el que se encuentran involucradas. Por lo cual es necesario conocer los tiempos utilizados en la ejecución de las labores para diseñar y evaluar las mejoras en el proceso siendo para este caso el flexográfico el cual en la actualidad puede considerarse que este presentado mayor crecimiento (Garza Lagler & Taddei Bringas, 2016).

Es por ello que se debe tener claro la planificación general de la entidad para que se genere una buena distribución del espacio y se manejen métodos óptimos en la producción, Colovic (2011) afirma que mediante un índice de desempeño “El modo industrial de producción de impresiones requiere una preparación minuciosa del proceso de producción, ya que se deben conectar varios factores: personas, tiempo, máquinas, instalaciones de producción, organización y material en un sistema coordinado y racional” (p. 20 – 30).

La compañía, no cuenta con un estudio de tiempos en su línea de productos, lo cual es un grave problema para el control de sus procesos productivos, conforme a lo mencionado en el párrafo anterior, la efectividad de la empresa disminuye conforme a la ejecución de las labores.

Consecuente con esto, se presenta un inadecuado almacenamiento de insumos y materias primas, lo cual se constituye en otro problema a vencer, debido a que los operarios realizan desplazamientos que no agregan valor a los productos y se observa una disminución en el ritmo de trabajo. Por ende, el estudio de tiempos y el ordenamiento de la planta reduciría los tiempos de localización de materiales y los movimientos innecesarios, mejorando la calidad de vida laboral que, en definitiva, como señala Socconini (2019), estos hacen perder el tiempo y reducen la productividad de los procesos, concluyendo que, los aspectos del trabajo tienen que ver con experiencias humanas y con los objetivos organizacionales, con la intención de buscar un punto en donde se satisfagan las necesidades laborales y aumente el impacto positivo que los trabajadores tienen sobre el producto (Lozano, 2016). Adicionalmente, se presenta un inadecuado almacenamiento de insumos y materias primas, lo cual se constituye en otro problema a vencer, debido a que los operarios realizan desplazamientos que no agregan valor a los productos y se observa una disminución en el ritmo de trabajo.

Por ende, a través de la de simulación de procesos se podrá observar el estado actual de la planta, sus cuellos de botellas, desempeños y recursos para determinar en qué parte del proceso ocurren las demoras excesivas y así experimentar otros escenarios que permitan obtener inferencias acerca de las operaciones del sistema, ordenamiento de la planta, reducción de los tiempos de localización de materiales y los movimientos innecesarios, mejorando la calidad de vida laboral que en definitiva, como señala Socconini (2019), estos hacen perder el tiempo y reducen la productividad de los procesos, concluyendo que, los aspectos del trabajo tienen que ver con experiencias humanas y con los objetivos organizacionales, con la intención de buscar un punto en donde se satisfagan las necesidades laborales y aumente el impacto positivo que los empleados tienen sobre el producto.

Formulación de pregunta problema

Por lo anterior se presenta el siguiente interrogante *¿Cómo mejorar la planificación de los tiempos de entrega en los procesos del área de flexografía de la empresa?*

Justificación

Debido a la alta competencia que se vive hoy día en el mercado laboral de la flexografía, se hace necesario que las empresas mejoren continuamente sus procesos productivos debido a que esto les permitirá ser más competitivas y permanecer en el mercado a través del tiempo. Para mejorar el desempeño del sistema de producción, se deben conocer los ciclos de impresión para estandarizar los tiempos de está logrando tener una proyección que permita planificar las entregas justo a tiempo y reducir de tal forma los cuellos de botellas.

Con el desarrollo de este proyecto se propondrá la implementación de la metodología Lean Manufacturing para usar eficientemente los recursos de tal manera que se consuma menos espacio, menos horas hombre y menos materia prima que un sistema de producción. Muchas compañías a nivel mundial han mejorado dramáticamente sus resultados incrementando su productividad y competitividad aplicando dicha herramienta.

Un ejemplo claro de eso sería PORSCHE AG, DELL COMPUTER, PRATT & WHITNEY (Leonardo, 2013). Actualmente la empresa no cuenta con este sistema en el área de producción, por lo cual para ellos conocer los tiempos de fabricación y proponer su estandarización contribuirá en el cumplimiento de la demanda y la entrega oportuna de la misma. Así como también poder hacer una proyección de su capacidad de venta para la recepción de nuevos clientes sin interrumpir o atrofiar el compromiso con sus antiguos clientes.

Por lo anterior, se hace necesario un estudio para el análisis de la problemática encontrada. Razón que plantea la propuesta de Diseño y evaluación de mejoras en el proceso de flexografía para la planificación de los tiempos de entrega, permitiendo facilitar las decisiones de gestión y organización de la compañía y lograr aumentos en la productividad general de la empresa.

Objetivos

General

Diseñar y evaluar mejoras en el proceso de flexografía que contribuyan a la planificación de los tiempos de entrega en la empresa mediante la simulación y herramientas de lean Manufacturing.

Específicos

- Caracterizar el proceso de flexografía para identificar los parámetros a mejorar.
- Analizar las causas del problema, y diseñar las mejoras con un enfoque de lean Manufacturing.
- Evaluar el impacto de las propuestas de mejora en el proceso de flexografía mediante un modelo de simulación.

Marco Metodológico

Diseño Metodológico

Con la finalidad de cumplir con los objetivos a través de esta investigación, se proponen las siguientes aplicaciones por objetivos, considerando la parte inicial a la caracterización de los procesos de flexográfica como una revisión generalizada de bibliografía para así poder interiorizar y lograr la búsqueda de nuevas soluciones, a modo de poder amplificar las capacidades investigativas del presente documento. De esta forma se logró argumentar las proyecciones del proyecto a modo tal que se pudo delimitar efectivamente en un proceso capaz de ser normado y estructurado a través del mismo Lean Manufacturing.

En la segunda parte se logró comprender las causas principales del problema. Las cuales consideran el tiempo de producción de etiquetas en la empresa, para ello se aplicará el método SMED, el cual se refirió en el diagnóstico temprano de cada uno de los procesos para conseguir encontrar diversas mejoras a los procesos y procedimientos actuales del funcionamiento de la empresa, de esta manera lograremos reducir los tiempos de las operaciones por suministros en las maquinarias y los procesos humanos.

Por consiguiente, el método es capaz de poder diversificar correctamente cada una de las etapas desde la preparación a la ejecución final del mismo proceso, logrando que los tiempos previos sean limitantes, aplicando así la primera teoría JIT, logrando satisfacer la necesidad al mismo tiempo de los requerimientos. Se propuso además que existirá una reducción en tiempos de procesos, aumento de la productividad general de las maquinarias, lograr fabricar lotes más eficiente y finalmente reducir cualquiera sea el tipo de error que pueda lograr que la máquina finalice sus capacidades de forma inefectiva.

Finalmente, el proceso completo de la metodología de trabajo repercutió en etapas desde la operación general, hasta el perfeccionamiento de las mismas capacidades empresariales, esto se podrá demostrar en, formato preliminar, etapa 1, 2, 3 y 4 respectivamente, aplicando a una mejora orientada con el cumplimiento de los sistemas Lean Manufacturing de la empresa.

Análisis Preliminar

En este aspecto se consideró la implementación del conteo de tiempos de las maquinarias, procesos y procedimientos orientados a las actividades dentro de los procesos empresariales, de esta forma se comprenderá en primer aspecto la recolección de toda información, desde los tiempos de preparación de los procesos hasta los procesos de impresión. Posteriormente se consiguió determinar un proceso ideal, el cual consistirá en el know-how actual de la empresa y se comparará con un proceso estilizado, capaz de poder mejorar todas las deficiencias del proceso principal, logrando así la detección de las formas de hacer el trabajo y determinar nuevas oportunidades de mejora para aplicar correctamente un Lean Manufacturing orientado a la impresión de etiquetas de la empresa.

Adicionalmente se alcanzó a realizar una medición empírica la capacidad de la maquinaria a estudiar con su proceso y la implementación de una maquinaria superior al mismo proceso, logrando en análisis numérico general determinar los tiempos de ocupación por cada proceso. Por consiguiente, se deberá cuestionar los tiempos actuales de fabricación de la misma aplicación del procedimiento a modo de analizar de forma directa las capacidades generales de la empresa.

- Primera Etapa. Se colocan en lista todas las actividades aplicadas al proceso de flexografía, de las cuales se puede separar las operaciones propias del proceso y las adicionales o externas que influyen de cierta forma en la aplicación de un proceso esbelto.

- Segunda Etapa. De esta forma se logró posteriormente implementar una revisión minuciosa capaz de determinar todas las actividades y validar sus procedimientos con el quehacer diario y normal de un proceso de flexografía, de esta manera poder aumentar la productividad de la maquinaria y la operatividad de los trabajadores, de esta forma se puede descubrir nuevas formas de mejoramiento y determinación de aplicaciones que representen un gasto y tiempo elevados.
- Tercera Etapa. En esta aplicación se alcanzó a perfeccionar cada una de las actividades delimitadas anteriormente que puedan ser foco de la aplicación de cambios nuevos, logrando a estas alturas una optimización previa tal que solo deban ser necesarios los conteos de procesos claves y directos de la actividad misma, logrando así a través de herramientas de diagnóstico delimitar el problema central.
- Etapa Final. Se aplicará el desarrollo de la metodología Lean Manufacturing, en simetría con el proceso SMED, de esta forma delimitar cada una de las actividades y los objetivos previos de la investigación a una orientación capaz de aplicar las propuestas de mejora en un ámbito productivo, generando así una disminución de los costes operativos y logrando la implementación de la matriz inicial de operación de la empresa.

Enfoque

El enfoque de la investigación se desarrolló bajo el concepto mixto, el cual se referencia como la acción de poder recolectar información y analizar los datos del tipo cuantitativo y cualitativo, haciendo referencia a la revisión bibliográfica y los datos obtenidos en los tiempos de la generación de los alcances SMED.

Alcance

El alcance es del tipo descriptivo exploratorio, el cual se refiere directamente a la necesidad de poder aplicar a conocimientos sobre investigaciones que con anterioridad fueron realizadas, de esta forma lograr examinar las nuevas características de la investigación y describirlas en complementación con los antecedentes directos de la empresa.

Alcance

La presente investigación tiene como fin determinar el tiempo de producción en una empresa de etiquetado de la ciudad de Barranquilla – Departamento de Atlántico, enmarcada en un lapso que comprende desde el mes enero 2020 a diciembre de 2020. De acuerdo con la línea de investigación sostenibilidad organizacional, de la sub línea gestión de las organizaciones, dentro del eje temático toma de decisiones, del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de la Costa, utilizándose los enfoques teóricos de Ramírez (2007), Falcón (2003) y Robbins (2004).

Marcos de Referencia

Marco Teórico

La implementación de metodologías que buscan la optimización en los procesos de producción ha logrado una alta demanda en cuanto a temas de investigación, con el pasar de los años se investiga más acerca de estas estrategias de mejora en cada uno de los campos y procesos producción, estas estrategias surgen o nacen de la necesidad de reducir tiempos en los procesos y así lograr una mayor producción manteniendo la calidad de esta.

La flexografía es un tema muy comentado y usado desde alrededor del siglo XVIII, sin embargo, se realizan pocas investigaciones acerca de este tema, en el año 2013, Gamboa E. realiza una tesis que tiene como título Flexografía: Evaluación Financiera De Un Proyecto De Modernización (Gamboa, 2013). El objetivo general del proyecto es determinar el perfil de rentabilidad financiera que representa para la empresa Impresora Gráfica la incursión en el área de flexografía. En la misma tesis luego de un análisis general del proyecto se llega a la conclusión que; puede mencionarse que la flexografía cuenta con la gran ventaja de que elementos como las etiquetas sufren pocas variaciones en el transcurso del tiempo. De esta manera, los mismos moldes (también llamados troqueles) sirven para satisfacer diversas órdenes del mismo comprador, lo que puede contribuir a generar ahorros en tiempo y recursos en virtud de la experiencia adquirida con el historial de muestras, así como por la mayor velocidad en la ejecución de las técnicas aplicadas previamente por el prensista.

Posteriormente en Colombia se realiza una investigación Claudia Juliana Collazos García (2015), su objetivo es diseñar un protocolo para reducir los tiempos de impresión en una empresa productora de empaques textiles, precisamente hacen uso de la flexografía, en cuanto a esta técnica

destacan que, por otro lado, la flexografía es una técnica rotatoria en alto relieve que utiliza láminas flexibles de fotopolímero para grabar los diseños en la superficie del sustrato. También maneja sistemas independientes para cada color, pero contrario al fotograbado, se pueden trabajar lotes más pequeños y permite más flexibilidad para los cambios en los diseños.

Usar la mínima cantidad de recursos y obtener el máximo rendimiento es el objetivo de toda empresa, es la clave para ser exitosos, Lean Manufacturing permite a través de la minimización de pérdidas y la maximización de creación de valor lograr esto, en (2018) Natalia Marulanda Grisales y Henry Helí González Gaitán, identifican mecanismos de coordinación entre las herramientas de Lean Manufacturing y la estrategia de operaciones en 7 compañías del sector textil ubicadas en el valle de Aburrá. Se empleó una metodología de estudio de caso, con base en un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo-correlacional. Entre los principales resultados se encontró que las utilidades operacionales se convierten en el elemento integrador entre el objetivo de entrega, la decisión estratégica de capacidad y la incorporación de la filosofía lean en las actividades diarias de la organización. Asimismo, la optimización de los recursos organizacionales a partir de la adopción de Lean Manufacturing se construye desde la estrategia operacional, involucrando a todos los colaboradores de los diferentes niveles jerárquicos de la organización.

Así mismo se han hecho comparaciones entre las metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma (Alhuraish, Robledo, & Kobi, 2017), Este estudio investigó las diferencias en los niveles de importancia de los factores críticos de éxito para Lean Manufacturing y Six sigma implementación. Al comprender estas diferencias, las empresas podrían decidir si tienen los recursos necesarios para abordar los factores críticos de éxito para la implementación de Lean Manufacturing y Six Sigma, ya sea de forma simultánea o secuencial. Este estudio ha proporcionado nuevos conocimientos sobre la implementación de Six Sigma y Lean

Manufacturing porque estudios previos se han centrado principalmente en los factores críticos de éxito para el individuo implementación de manufactura esbelta o Six Sigma o una integración de ambas metodologías.

La implementación de Lean Manufacturing en un Híbrido es una y una herramienta de gran proporción y ayuda para los gerentes y en si a cada profesional encargado de esta área, Botti et. al (2017) presenta un modelo matemático novedoso para diseñar lean Procesos en líneas de montaje híbridas. El objetivo era proporcionar un diseño de línea de montaje eficaz y eficiente. herramienta que cumple con los principios lean y los requisitos ergonómicos del trabajo de montaje seguro. Dada la producción requisitos, características del producto y tareas de montaje, el modelo define el proceso de montaje para líneas de montaje híbridas tanto con trabajadores manuales como con máquinas de montaje automatizadas. La solución de línea asegura un nivel de riesgo aceptable de movimientos repetitivos, como exige la ley vigente. Este modelo ayuda a gerentes y profesionales a diseñar líneas de montaje híbridas con trabajadores manuales y máquinas de ensamblaje automatizadas.

Desde el año 2010 cuando se desarrolló el concepto de INDUSTRIA 4.0 (2022) esta ha evolucionado con el pasar de los años, su concepto se ha hecho más robusto y sin duda alguna ha transformado el mundo, la implementación o combinación del lean Manufacturing no ha sido la excepción. Apoya la idea que el lean Manufacturing necesita la implementación de la industria 4.0 para enfrentarse a nuevos desafíos, mencionan que Los participantes deben crear nuevas soluciones adquiriendo conocimientos de forma autónoma y utilizando herramientas auxiliares I.4.0 para cumplir con los requisitos del cliente dentro de la línea de montaje de cajas de cambios del LSP. En particular, dos desafíos desarrollados recientemente - "Trazabilidad" y "Cambio demográfico" - se integraron con éxito y probado en la fábrica de aprendizaje de IWB. Estos casos

ejemplares demostraron la eficacia del enfoque aplicado seguir desarrollando conceptos de enseñanza en el contexto de Industria 4.0.

Lean Manufacturing se profundiza muy poco en las economías emergentes, como también los estudios acerca de este tema o economía son escasos (Abu, et al., 2021). Su artículo fue basado en artículo presenta las actuales deficiencias de implementar la manufactura esbelta en términos de motivos, barreras, desafíos y aplicaciones. A Para abordar estos problemas, se implementó un enfoque metodológico en dos niveles. En primer lugar, un completo Se realizó una revisión de la literatura de vanguardia sobre los temas, seguida de un enfoque analítico utilizando una encuesta a 148 empresas en Malasia para finalizar la investigación. Tras la validación de los análisis, los resultados revelaron que la mayoría de las empresas lean estuvieron de acuerdo en que las razones de la implementación lean son aumentar la eficiencia, limpiar y organizar el lugar de trabajo y aumentar la utilización del espacio.

Las empresas creen que las cuestiones relacionadas con el conocimiento son las razones para no emprender una implementación lean. Sin embargo, las empresas lean creen que los obstáculos son más sobre cuestiones relacionadas con los empleados. incluida la falta de recursos laborales, la falta de conocimientos de implementación y la resistencia de los empleados al cambio. Las empresas esbeltas también enfrentan desafíos en forma de conocimiento técnico, capacitación y recursos financieros. durante la fase inicial de implementación lean. Además, solo tres aplicaciones e 5S, empleado la capacitación y el control de calidad, resultaron útiles en la industria de la madera y el mueble de Malasia. Estos hallazgos presentan una visión crítica de las deficiencias actuales de la implementación ajustada en la madera e industria del mueble en Malasia y otras economías emergentes.

Como se ha mencionado, el Lean Manufacturing busca reducir o minimizar las pérdidas de los procesos usando la mínima cantidad de recursos, por tanto, esto implica un análisis detallado para que el efecto sea tal cual como se plantea y se espera, no realizar el correcto análisis detallado implicaría riesgos, los cuales puede afectar o dar un resultado inesperado en la implementación de esta metodología. Esta investigación es un estudio de caso de los riesgos involucrados en la implementación de Lean Sistema de fabricación en empresas fabricantes de equipos médicos ubicadas en la zona sur de India.

La identificación de riesgos se realizó mediante una encuesta bibliográfica, así como aportaciones de expertos de la industria y análisis de riesgo utilizando métodos MCDM como el método de grupo nominal difuso (NGM) y VIKOR métodos. El resultado de este artículo es una selección de las mejores empresas de fabricación de equipos médicos entre una lista de empresas, según la implementación de un sistema lean Manufacturing. El resultado propuesto de este trabajo de investigación se verificó con empresas de casos, literatura existente y consulta con expertos. Finalmente, se utilizó un análisis de sensibilidad para validar los resultados de los métodos anteriores.

Si bien es sabido SIX SIGMA les contribuye a las compañías una reducción de los defectos de esta y por consecuente busca controlar la variabilidad incrementando así el desempeño y centralizando cada uno de los procesos. La industria automotriz presenta grandes exigencias por su alta competencia, por tanto, los procesos deben estar en constante mejora continua con el fin de sostenerse en el mercado (Costa, Silva, & Pinto, 2017). Este estudio fue desarrollado en una fábrica de neumáticos con el objetivo de mejorar el proceso de extrusión de caucho de dos semiproductos de neumáticos: la banda de rodadura y el flanco. Adoptando la metodología Six Sigma y usando el ciclo DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Control), primeramente, se pudo Implementar

algunos procedimientos de mejora que resultaron en una disminución del 0,89% en el indicador de work-off generado por el sistema de producción. Este enfoque tuvo como resultado un impacto financiero significativo (ahorros de más de 165 000 € por año) en los ingresos de la empresa gastos de calidad.

La industria alimentaria es un sector de la economía que enfrenta importantes desafíos en ella, entre estos los cortos tiempo para la entre de sus productos. Durante una revisión literaria acerca de este tema se lograron encontrar algunos hallazgos con relación a la implementación de Six Sigma, Se descubrió que su uso reduce los costos y aumenta la productividad. Los factores humanos y las características de la industria alimentaria se identificaron como las principales barreras para implementar estas iniciativas. Investigaciones futuras para investigar el grado en que se adoptaron las prácticas de L & SSI en la industria alimentaria y se sugiere identificar las mejores prácticas para implementar estas iniciativas (Costa, Godinho, Fredendall, & Gómez, 2018).

Six sigma no se podía quedar atrás con la inclusión de la industria 4.0. Los cambios en la naturaleza de un sistema de fabricación proporcionan nuevos conocimientos para emplear herramientas de calidad lean Six sigma para una mayor sostenibilidad. Se propone un marco de utilización de Six Sigma para lograr los requisitos de fabricación sostenible desde la perspectiva de la Industria 4.0 y sus facilitadores. Se estudia la influencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la relación entre la fabricación sostenible 6R y lean Six Sigma DMAIC. Se utiliza un estudio de caso de la línea de montaje de baterías de celda cilíndrica para investigar la eficacia del enfoque propuesto. El marco se puede ajustar para adaptarse a diferentes tipos de procesos y sistemas de fabricación (Titmarsh, Assad, & Harrison, 2022).

Por último, la comparativa de Six Sigma y lean Manufacturing se sigue investigando recientemente. Este versus se resaltan aspectos como donde se usan en la fabricación, como

funciona cada uno y sus beneficios y que avances se han realizado para la mejora de cada metodología. Finalmente se establecen que Six sigma La idea es tener la mejor manera posible para la organización de herramientas de forma coherente para tener éxito en la empresa y bajo riesgo con poco desperdicio de material, lo que garantiza bajos costos de producción (Akinlabi, Ikumapayi, Mwema, & Ogbonna, 2020).

La producción ajustada y Six Sigma combinadas produce mejores resultados una empresa en la que pueda pensar. Los dos combinados eliminan al menos pasos importantes en la fabricación, y se concentra principalmente en pasos que agregarían valor al producto o servicio respectivo prestados. Mientras que el Six Sigma tiene como objetivo reducir la variedad del proceso sin afectar la calidad del resultado.

La producción se convierte estrictamente en lo que el cliente / cliente requiere y está preparado pagar, excluyendo todas las actividades del proceso que no necesariamente agregar valor a un producto (garantía de calidad y accidentes durante las operaciones excluidas del precio). Si los clientes son ciertamente satisfechos con el producto, entonces la empresa ejecuta un mejor potencial de fortalecer su reputación en el mercado y ejecutar menos riesgos para ser boicoteados.

Marco Conceptual

La comprensión sobre lo que aplica un modelo Lean Manufacturing, radica en la definición que propone este sistema de trabajo como una alternativa altamente eficiente y adaptable para cualquier nivel de interés, es decir, aplica desde personas, industrias y gobiernos, donde se requieren cambios competitivos impulsados a la máxima eficiencia y logrando disminuir desperdicios. Este modelo entrega las directrices para iniciar los pasos básicos del sistema que mejoraran los recursos financieros, materiales y capital humano de la empresa para lograr que las herramientas logren mejorar sus sistemas (Womack, Jones, & Roos, 2007).

Esta metodología de mudas o cambios esbeltos ha sido proyectada en primera instancia por Toyota, así como define Liker (2019), donde explica que al eliminar el desperdicio y nivelando los grados de productividad con la esencia del producto, se logra dar un excelente servicio al cliente y la calidad superior a lo esperado, además de mejorar en áreas aplicables de la organización, donde los beneficios claves serán; utilizar de forma eficiente los recursos y los sobretiempos, encontrar mejoras de bajo costo, mejorando a una cultura de aprendizaje colectivo y creciente, de esta forma lograr que los mismos desperdicios funcionen como potenciadores capaces de erradicar la existencia de procesos inefectivos en la organización.

Según la metodología de Toyota, comúnmente conocida como Lean Manufacturing o Manufactura esbelta, es necesario apreciar que existen cinco niveles claves de este método, los cuales deben ser aplicados en correlativo, para así lograr eliminar los desperdicios generados por los procesos y la empresa, de esta forma se pueden apreciar ordenadamente en la Tabla 1.

Tabla 1*Principios Lean Manufacturing*

Nivel	Descripción General
Especificar el valor para el cliente	Identificar todos los procesos donde el cliente obtenga valor agregar y sienta necesidad de invertir dinero.
Identificar la Cadena de Valor	Identificar cada una de los procesos y actividades que logren satisfacer las necesidades de los clientes, de esta forma identificar aquellos que no generen valor para desperdiciarlos.
Optimizar los flujos de procesos	Eliminar los tiempos que retrasen el proceso general y las actividades donde el cliente sea quien genere los beneficios directos, eliminando todas las dificultades del proceso.
Permitir un sistema PULL	Establece este punto para la medición y control de la demanda, de esta forma nivelar la producción con los inventarios y disponibilidad de productos.
Avanzar a la mejora continua	Lograr que los ciclos de los procesos sean eficientes en una máxima aplicación, logrando que se enfoquen completamente en la satisfacción del cliente.

Nota. Tabla confeccionada a partir de la información en Metodología Lean (Muñoz, González, & Torrubiano, 2010)

Extensiones del Modelo Lean

Según Ballard & Howell (2003), el modelo de manufactura esbelta logra reconocer de cualquiera forma las mejoras que pueden poner en marcha desde las evaluaciones cualitativas para poder clasificar diversos puntos de vista, tales como; calidad, entrega, procesos, recursos, costos e inventarios.

De esta forma en la Tabla 2. Se pueden diversificar cada uno de los puntos asociados a estas representaciones del Lean Manufacturing, a favor de innovar en los mercados capaces de gestionar sus procesos y que deseen un nivel superior de competitividad.

Tabla 2*Extensiones del Modelo Lean Manufacturing*

Nivel	Descripción
Calidad	Logra identificar toda la organización de forma tal que pueda proponerse un método capaz de mejorar los métodos para lograr que el sistema de calidad sea de la más alta efectividad, limitando los problemas en los procesos y estandarizando estos. Es aquí donde diversos autores como (Panwar, Nepal, Jain, & Singh, 2017) (Yacuzzi & Pan, 2008); (Pakdil & Leonard, 2014), los cuales establecen que para aplicar métodos de calidad eficaces es necesario utilizar la herramienta Poka-Yoke, de forma tal que los errores en las operaciones sean controlados y logren potenciar el máximo rendimiento de los empleados.
Entrega	Este ámbito se ejecuta en dirección con la misma empresa hacia los empleados, buscando la forma más eficiente para la satisfacción de la experiencia del cliente,

	de esta manera tomar decisiones capaces de poder entregar los pedidos a tiempo (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016).
Recursos humanos	Radica en el compromiso principal que deben aplicar todos los colaboradores del Lean Manufacturing y los procesos que pueden asociarse a la fuente principal de mejoramiento empresarial, de esta forma se debe considerar en toda organización la capacidad de comunicar, considerar y cooperar, como establece (Cardona & Bribiescas, 2015)
Procesos	Los modelos lean identifican de toda forma los desperdicios que se dan en los procesos industriales, capaces de ser considerados como la sobreproducción para la elaboración a gran escala, identificando cuellos de botella durante los procesos y su afectación en el producto final (Panwar, Nepal, Jain, & Singh, 2017).
Costos	Es todo lo que se puede considerar un aprovechamiento monetario negativo a un proceso, en este aspecto se han de considerar el Lead Time, Inventarios en curso, Espacios no optimizados y flexibilidad, de esta forma es necesario limitar que los procesos pueden reducirse de forma significativa a la cual los costos pueden lograr afectar que el consumidor garantiza una rentabilidad mayor (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016).
Inventarios	Los procesos de inventariado deben ser eficientes y efectivos a la hora de poder eliminar los problemas financieros de la organización, de esta forma lograr definir nuevas políticas asociadas al Lean Manufacturing, de esta forma eliminar todo el inventario innecesario en el proceso (Carreras & García, 2011)
Seguridad	Corresponde a las vías donde se deben reprimir los desperdicios que aplican por generación de un proceso, estos pueden afectar directamente el bienestar del recurso

humano, por ende, la importancia existe en la capacidad de evitar diferentes accidentalidades en la operación de la empresa (Main, Taubitz, & Wood, 2008).

Nota. Tabla confeccionada a partir de la revisión bibliográfica orientada al Lean Manufacturing, 2022.

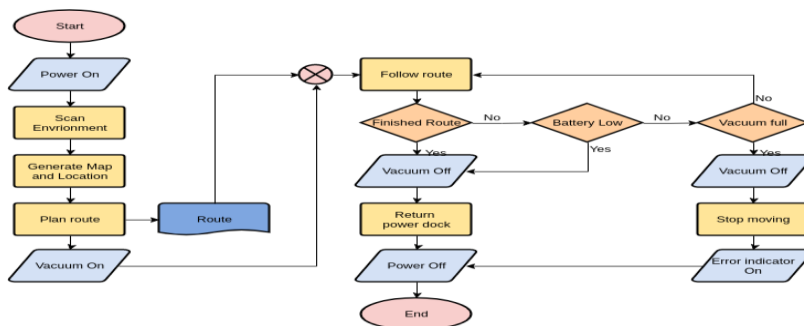
De esta forma poder identificar que, ante cualquier proceso de aplicación orientada a la gestión de la manufactura esbelta como una solución de aplicación en la empresa, es necesario comprender los niveles, extensiones y sobre todo sus objetivos directos por cada proceso, de esta forma se logra abarcar el concepto Lean Manufacturing, como una oportunidad clave en cualquiera sea el negocio.

Flujograma

Se representa como un diagrama capaz de poder identificar un proceso de forma individual, logrando de esta forma los detalles importantes que se requieren de cada uno de los procesos delimitados en la organización, logrando aumentar la visibilidad y facilidad de comprensión, de esta forma identificar las mejoras necesarias y su optimización (Myung, Park, FAAP, & FACC, 2008). Además, todo flujo de procesos debe ser comprendido como una herramienta grafica de la representación de una actividad, logrando que las secuencias complementen el valor de la cadena de valor de forma agregada, logrando el mejoramiento continuo de la empresa.

Figura 1

Matriz de Flujograma

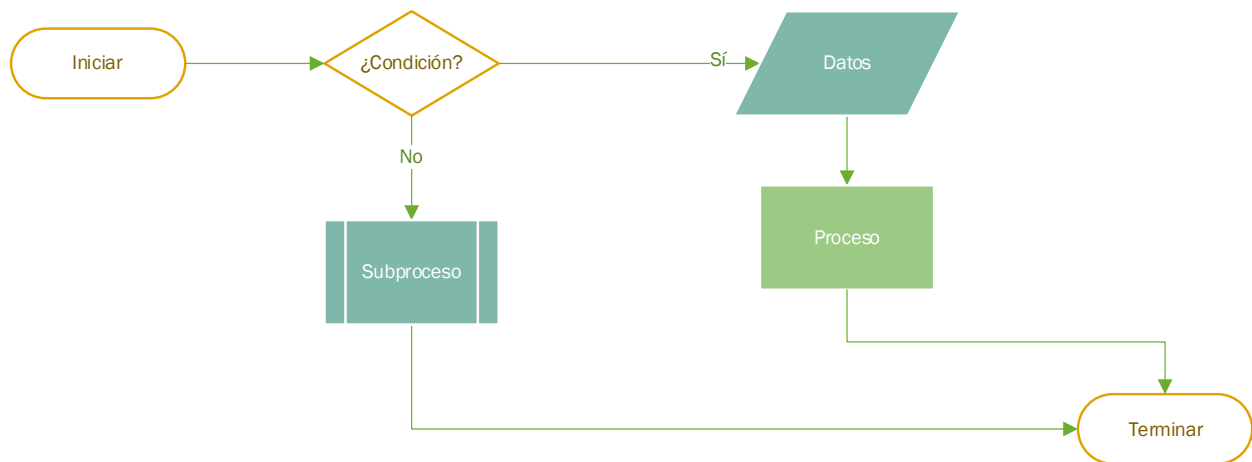


Nota. Figura Obtenida de Visual Paradigm Online, 2022.

De esta forma se comprende que la aplicación de un flujograma en prioridad y según la investigación de Myung et. al. (2008) debe ser de consideración horizontal para facilitar la visualización y comprensión lineal del mismo proceso, además se aplica para los flujogramas el uso de simbología acorde a normativas ANSI, la cual se representa a continuación.

Figura 2

Simbología Flujograma



Nota. Figura obtenida de José Álvarez (2019)

SMED

Es una herramienta teórica y técnica diseñada para ejecutar operaciones de Forex en menos de 10 minutos. Este sistema nació de la necesidad de lograr una producción Just In Time (JIT) para reducir el tiempo de configuración de la máquina mediante la producción de lotes más pequeños. Esta técnica reduce el tiempo perdido en maquinaria e instalación debido al cambio de herramientas necesarias para pasar de fabricar un tipo de producto a otro (Hirano, 2009).

Esta mejora en tiempos de entrega más cortos le da a la empresa una ventaja competitiva ya que no solo reduce los costos, sino que también aumenta la flexibilidad en los cambios en la

demanda. Al permitir que se reduzcan los tamaños de los lotes, contribuye a la mejora de la calidad, ya que no hay inventario innecesario, los problemas de producción no se pueden ocultar.

El objetivo de la herramienta SMED es: facilitar la producción de lotes pequeños, eliminar fórmulas de lotes baratas, producir todas las piezas todos los días, lograr el tamaño de lote uno y siempre hacer las piezas correctas en primer lugar. SMED, con su proceso de mejora continua, se esfuerza por eliminar los desperdicios descritos anteriormente. Su implementación se lleva a cabo en cuatro etapas (Shingo, 1989).

Etapa preliminar. Separará la preparación interna (operaciones que requieren parar la máquina) de la externa (operaciones que se pueden realizar con la máquina en marcha), es decir, cuando la máquina se ha parado, el operario no debe dejarla sola para realizar operaciones externas. Logre la estandarización de las operaciones para que se puedan realizar cambios con menos migraciones y un tamaño de lote reducido (Shingo, 1989).

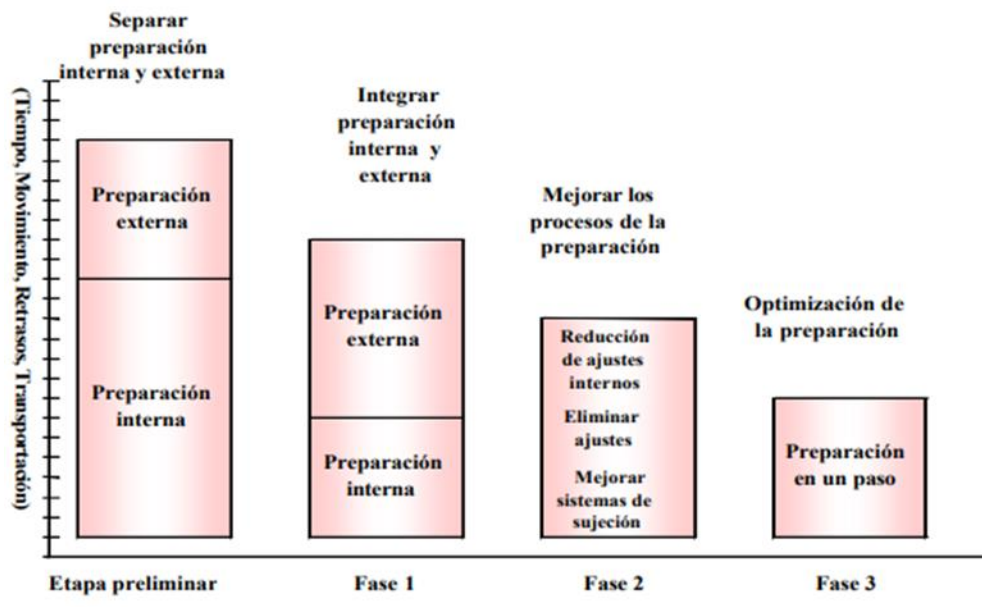
Etapa 1. Integre la preparación interna y externa, es decir, muévase tanto como sea posible de interno a externo, realice el mecanizado mientras la máquina está funcionando para que cuando la máquina se detenga, pueda hacerlo e inicie los cambios necesarios rápidamente (Shingo, 1989).

Etapa 2. Mejorar los procesos de preparación, eliminar el proceso de ajuste, donde las actividades de ajuste representan el 50-70% de la preparación interna (ajuste por no conformidad, basado en pruebas) prueba y error, lo que resulta en la fabricación del producto según las especificaciones), este proceso debe reducirse a minimizar el tiempo total de preparación, además de que se utiliza una gran cantidad de material (Shingo, 1989).

Fase 3. Optimización del picking, donde se pueden adoptar dos enfoques: usar un diseño de producto uniforme o usar las mismas piezas para diferentes productos (diseño combinado) y fabricar conjuntos de diferentes piezas al mismo tiempo (diseño paralelo) (Shingo, 1989).

Figura 3

Fases SMED



Nota. Imagen Obtenida de Shingo (1989).

5S

5s se refiere a crear y mantener un trabajo más limpio, más organizado y seguro, es decir, dar al trabajo una mejor calidad de vida. El concepto relacionado con la calidad total se remonta al liderazgo de Deming en Japón a principios de la década de 1970. Es una herramienta práctica para crear un entorno de trabajo organizado, agradable y seguro. Es una estrategia que ayuda a

formar nuevos hábitos en la organización en el día a día, creando una actitud mental positiva en quienes la adoptan. Es una táctica muy útil que implica a todos los empleados de la empresa, en el marco de la filosofía de la calidad (Terán & Alvarado, 2016).

El objetivo central de los 5 es lograr el funcionamiento más consistente y eficiente de todos en el lugar de trabajo. Estos 5 se refieren al mantenimiento indispensable de la empresa. No solo para mantener el equipo, sino para mantener el ambiente de trabajo de todos, es importante conocer la definición de cada ensayo. Estas 5 cosas provienen de términos japoneses que practicamos todos los días en nuestras vidas, ya que tendemos a practicarlos sin darnos cuenta. Su nombre proviene de la primera letra de cinco palabras japonesas (Álvarez Velezmoro & Paucar Poma, 2022).

Seiri (Clasificar)

Comprende el retiro del área de trabajo o la disposición de todos los elementos que no sean necesarios para la realización del trabajo, ya sea en el área de producción o en el área administrativa. Una forma eficaz de determinar qué elementos deben desecharse es utilizar una etiqueta roja (de descarte), que se adjunta a cada elemento que se considera innecesario para la operación. Estos objetos se envían a un área de almacenamiento temporal. Después de esto, si es inútil, se dividirá en 2 tipos, que se pueden usar para otros fines y que no se pueden usar, luego se desechan. Este paso de limpieza es una excelente manera de liberar espacio en el piso al eliminar: herramientas rotas, herramientas o accesorios obsoletos, exceso de decoraciones y materias primas. Este paso elimina la mentalidad defensiva (Álvarez Velezmoro & Paucar Poma, 2022).

Seiton (Orden)

Incluye elementos de organización categorizados por necesidad para que se puedan encontrar fácilmente. La secuencia de mantenimiento incluye mejorar la visibilidad de las

máquinas industriales y los elementos de la instalación. Algunas estrategias para mantener todo en su lugar son: pisos pintados para delimitar claramente las áreas y lugares de trabajo, escritorios luminosos, así como estanterías y/o gabinetes modulares para guardar cosas como: botes de basura, escobas, trapeadores, baldes, etc. (Álvarez Velezmoro & Paucar Poma, 2022).

Seiso (Limpieza)

La limpieza desde la representación de TPM implica examinar el equipo durante la limpieza. Se asemejan fugas, problemas, problemas o cualquier tipo de falla. Asimismo incluye el lavado de áreas y equipos de trabajo, el esbozo de la aplicación es para impedir o al menos empujar el polvo y la inmundicia y hacer que el próximo de adeudo sea más seguro (Álvarez Velezmoro & Paucar Poma, 2022).

Seiketsu (Estandarizar)

La estandarización tiene como objetivo mantener el estado limpio y organizado que se logra cuando se aplican las tres primeras S. En esta fase o de adopción a largo plazo, son los trabajadores quienes implementan los programas y diseñan los mecanismos que les permitan beneficiarse de nosotros. Para crear esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la ubicación de fotografiar el lugar de trabajo en óptimas condiciones para que todos los empleados puedan verlo y así recordarles que ese es el estado que deben mantener, otra es desarrollar estándares que especifiquen lo que cada empleado debe hacer en relación con su espacio de trabajo (Álvarez Velezmoro & Paucar Poma, 2022).

Shitsuke (Disciplina y compromiso)

Esto significa conminar violaciones de los procedimientos establecidos. Sólo cuando se impone la disertación puede organismo caritativo la nobleza de las normas y procedimientos adoptados. La disertación es la estría entre el 5 y el descuento continuo (Álvarez Velezmoro & Paucar Poma, 2022).

Marco Legal

Toda aplicación de diferentes documentos e investigaciones aplicados en esta investigación corresponden en cita y uso a los respectivos titulares identificados en el segmento de referencias de la presente investigación, de esta forma se consideran como referentes para el tema principal de aplicación, considerado *Lean Manufacturing*, así como toda la información plasmada de la empresa. Se aplican los conocimientos de las investigaciones a forma de facilitar la redacción y adaptación del documento, estándares y formas de trabajo generalizadas, además se establece que la protección principal de estas actividades quedará regida por los derechos patrimoniales de esta obra a la autora, de forma tal que no podrá reproducirse, distribuirse o adaptarse para futuras investigaciones sin consentimiento original y por escrito de la misma autora.

Diagnóstico y Resultados

Análisis General de los Procesos

En la actualidad la empresa no posee una orientación al diseño y evaluación de mejoras de procesos para su línea de producción, orientada a la flexografía, en los tiempos de entrega de la empresa, de esta forma al no contar con tiempos medibles en la línea de procesos, se limita la capacidad eficiente que pueda tener la empresa en su producción.

Además, se vislumbra en un acercamiento inicial que no existe un adecuado almacenamiento de insumos y materias primas, lo que constituye otro problema ya que los operarios realizan movimientos que no agregan valor a la cadena de la empresa, disminuyendo así los tiempos efectivos de trabajo, creando cuellos de botella y un proceso inefectivo.

De esta forma la realización de los estudios de tiempo básicos y la realización de un programa Lean Manufacturing, orientado a sus procesos y el Layout empresarial dispondrá de mejor forma la productividad de la empresa, la rentabilidad y calidad de vida de los trabajadores. De esta forma se puede apreciar en la Tabla 3. Los principales ámbitos de mejoramiento disponibles para lograr que los procesos se vuelvan más eficientes y efectivos.

Tabla 3*Ámbitos de Mejoramiento y su Variable de Control*

Ámbito	Variable
Ritmo de Trabajo	Al existir materiales y herramientas que dificultan el fácil acceso a ellos se afecta directamente la capacidad de identificación y búsqueda de ellos, delimitando los tiempos de operación en la cadena de los procesos.
Espacios saturados	No existe un valor adecuado ni un flujo óptimo de producción en la empresa.
Desechos	La existencia de desechos genera que existan colapsos en los procesos y genere que exista una sensación de conflicto entre diferentes niveles de operación, además de genera una pérdida de ritmo laboral, distracción o desplazamientos constantes.
Programación	Se programan trabajos sin considerar los tiempos de operación exactos, incurriendo en tiempos perdidos y gasto de material de producción.
Tintas	Las zonas de almacenamiento de tintas no son de fácil acceso, ya que se encuentran en la sección de las maquinarias, donde se desaprovechan los archivadores con información relevante de las maquinarias y tintas.

Nota. Elaboración propia, 2022

Adicionalmente, se evidencia que los pasillos y espacios productivos carecen de orden y metodología de optimización de movimientos, de esta forma los desechos se acoplan directamente en el piso 2, el cual corresponde a empaque y despacho, los cuales no logran eliminarse de forma ágil y generan que la materia prima se convierta finalmente en cargamentos de menos calidad y nivel.

Por otra parte, los espacios saturados por materiales logran estar en modo estacionario de 3 a 5 días en el ascensor, lo cual satura su utilización y logra que los productos colapsen y se retrasen los procesos dentro de la planta, buscando nuevas formas de movilización y sobre todo perder ritmos efectivos de trabajo.

Condiciones iniciales del Proceso

Las condiciones de cada proceso son descritas de forma íntegra y específica, a modo de poder delimitar las funciones de los procesos y poder ordenarlos de forma efectiva, en esta ocasión las agravantes relacionadas con los requerimientos precios o condiciones generales de la empresa radican en los puntos descritos en la Tabla 4.

Tabla 4

Condiciones Generales de Operación y Procesos

Factor	Descripción	Tiempo de la actividad
M.P	Las bases de Papel, PVC y Nylon son suministradas por organismos multinacionales.	15 días
D. Pr.	Encargados de cumplir con el tratamiento del material, las medidas y las cantidades que establece el Cliente, además de requerir al Depto. de compras los insumos necesarios.	5 días
T. E	Corresponden a los tiempos que el proveedor dispondrá de las materias, se establecen dos días hábiles máximos para esta gestión.	2 días
T. F	Varían dependiendo si existe o no el factor de impresión de des.	1 día

- E. PT. Las entregas finales dependerán de la disponibilidad de maquinaria considerando desde 10 días hasta 21 días, 21 días considerando el último la frecuencia actual de la empresa.
- Imp. Imprevistos ocupados del cambio de producción, diseño y coordinación que pueda afectar. 5 días
- Ver. Corresponde a la validación de los cambios, los cuales deberán informarse por la parte afectada y la que ocasiona el factor, coordinando el reinicio de operaciones 2 días.

Nota. elaboración propia, 2022.

Se determina que las condicionantes del tiempo general de los procesos puede abarcar hasta un máximo de **52 días** para una operación inefectiva considerando todos los problemas de la misma generalidad de la operación, por otra parte, el tiempo ideal omite las solicitudes de materia prima por parte de los proveedores, lo cual considera un tiempo de **23 días**, considerando además la omisión de la entrega final correspondiente a 21 días, considerando únicamente 10 días.

En el marco de las operaciones actuales, la empresa completa un pedido general, en un plazo total de 40 días, ya que no cuentan con stock de seguridad, previsión de la demanda, disponibilidad de equipos, mantenimiento preventivo y conocimientos relevantes sobre la aplicación efectiva del Lean Manufacturing o conceptos básicos de optimización de tiempos.

Distribución del área de producción

Para la determinación de los procesos empresariales es necesario la comprensión directa de los puntos asociados a las orientaciones de la empresa, es en ello que se dispone del área de distribución o Layout empresarial, el cual se puede observar con los detalles descritos en la Tabla.

Tabla 5*Distribución del Área Empresarial*

Piso	Descripción
1	<p>Área administrativa.</p> <p>Área de Producción, sector de maquinarias, almacenamiento y preparación de tintas.</p> <p>Distribución de materias primas, materiales y sector de ascensor para el transporte de materiales y escaleras que conectan la conexión con el segundo piso.</p>
2	<p>Área de empaque.</p> <p>Área de despacho, donde se encuentran los procesos de corte, enrollado, empaçado y rotulado de productos terminados.</p>
3	<p>Tercer Piso, no finalizado, donde se aplican únicamente el almacenamiento de materiales sobrantes o poco utilizados.</p>
Ex.	<p>Área cerrada con una cortadora de taras, baños y acceso al área comercial, junto al de sistemas, diseño y cuarto frío para el almacenamiento de materias primas que requieren temperaturas ideales, así como la oficina gerencial.</p>

Nota. Elaboración propia, 2022

Se aprecia que la distribución de la planta en consideración de los tiempos entre los diferentes niveles requiere de todo momento una orientación mejor, de esta forma se valida otro aspecto a considerar como una propuesta extra de mejoramiento en la interconectividad de los diferentes departamentos, para así lograr una línea de procesamiento de las actividades de la empresa de forma óptima y asociada a una futura metodología de pensamiento Lean.

Puntos Críticos de Mejoramiento

Dentro de la distribución y funcionamiento de la empresa, existe el marco directo de aplicación para los puntos críticos de mejoramiento, los cuales serán mencionados en la Tabla 6, para la comprensión general de la aplicación de la propuesta de Lean Manufacturing.

Tabla 6

Puntos Críticos de Mejoramiento

Punto Crítico	Opción de Mejoramiento
Archivo de Fotopolímeros	Se debe implementar un archivador u organizador capaz de poder identificar alfabéticamente la información de los fotopolímeros a utilizar para facilitar la búsqueda e agilizar el alistamiento de los cilindros.
Compactador de desechos	Se propone incorporar un compactador de desechos capaz de poder reducir los desechos generados y poder reducir 6 veces el volumen inicial de los compuestos que no se utilicen y sean considerados desechos, facilitando así las vías y flujos de trabajo para mejorar la agilidad y el ritmo constante de trabajo.
Gestionar corte previo taras	El corte previo de taras en la medida estándar de uso frecuente, para que, al momento de su uso en las diferentes secciones, la actividad no sufra retrasos por esta inconsistencia, dado que generalmente el operario la corta al

	<p>momento de su requerimiento atrasando los tiempos de arranque.</p>
Redistribuir Layout empresa	<p>Se busca aprovechar los espacios para poder comprobar las estaciones que estén saturadas de elementos que puedan retrasar los ritmos de trabajo, optimizando los flujos de trabajo.</p>
Alistamiento de las taras	<p>Se espera que las taras puedan ser previamente preparadas a las órdenes de trabajo, de forma tal que la disponibilidad y medidas se encuentren disponibles de la mejor forma para no desaprovechar tiempos ni recursos de operación.</p>
Equipos nuevos	<p>Se propone la implementación de una máquina capaz de sellar y cortar mejor las cajas de forma tal que no se aplique manualmente, obteniendo mejores tiempos de embalaje y despacho.</p>
Redistribución de estantes	<p>Se propone la reubicación de estanterías para agilizar la búsqueda, obtención y preparación de tintas, para así lograr que los espacios de trabajo se encuentren de mejor forma y distribución.</p>
Máquina Flexográfica (tiempos muertos)	<p>Lograr que los productos logren un orden optimo lograra por consiguiente que existan mejores movimientos de los procesos establecidos en las áreas de trabajo, circundantes.</p>

Análisis de Datos

Para este estudio, se considera que cambio el estado actual en el que trabaja la dobladora, y este punto en el tiempo se utiliza para la recopilación de datos. Al adoptar el método SMED, es posible acortar el tiempo de configuración (tiempo de preparación) de la etapa anterior, que toma tiempo de ejecución para el trabajo que interfiere con el proceso de impresión.

Tiempo total de producción.

Al aplicar el método SMED, es posible reducir el tiempo de configuración (tiempo de preparación) del proceso anterior, que toma tiempo para el trabajo que interfiere con el proceso de impresión. Aplicar SMED al tiempo de configuración puede reducir este tiempo y aumentar el tiempo de impresión. Esto significa que puede aumentar la capacidad de producción de la máquina flexográfica.

Tabla 7

Capacidad de Máquina

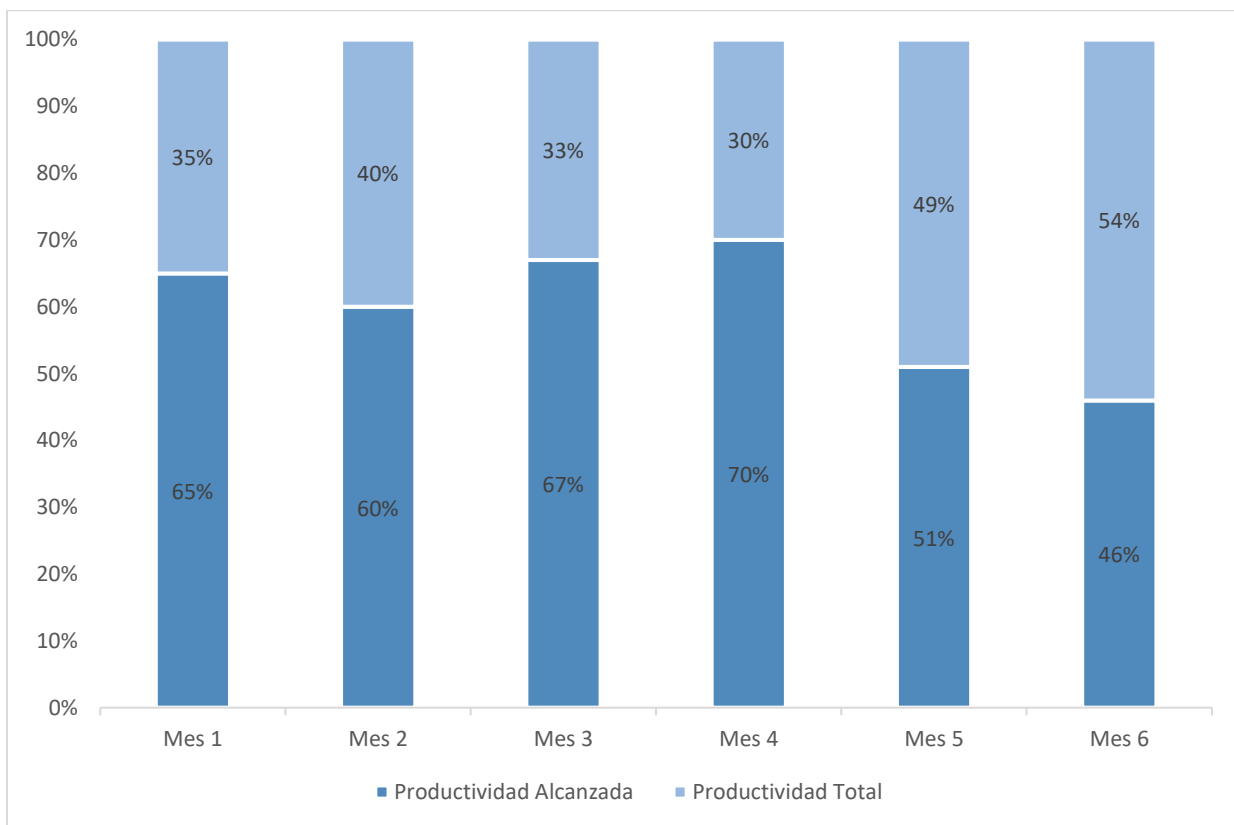
Detalle	Descripción
HH Disponibles	720 hrs
Paros determinados	21 hrs
Paradas establecidas	10
Preparado de Maquinaria	135 hrs
Total, horas mes	554
V. máquina	6.000 m/hora
Metros etiquetado mes	3.324.000 metros

Nota. Elaboración autoral con información entregada por la empresa, 2022.

El tiempo de producción teórico disponible para la impresión es de 554 horas y manteniendo una producción idónea de 3.324.000 metros de etiquetas. En anterioridad se ejecutó un análisis directo a los tiempos en cada proceso, determinando problemas como la distribución ineficiente de la planta, la suciedad, el desorden y el factor humano, sin embargo, se deduce en conversación con la empresa que una nueva problemática raíz considera que el volumen de ventas sea negativo, ya que la máquina flexográfica no puede obtener su máximo rendimiento, de esta forma provoca un cuello de botella para las funciones de la empresa, de consideración a los tiempos de configuración de la misma.

Figura 4

Productividad Histórica De Máquina de Flexografía (2022)

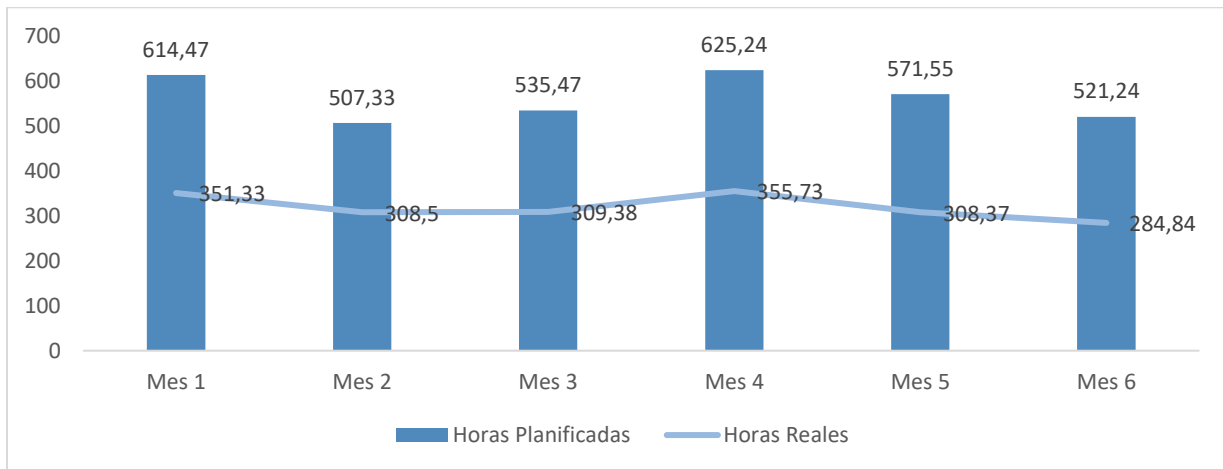


Nota. Gráfico adaptado con información entregada por el departamento de estadísticas y procesos de la empresa, 2022.

En el gráfico se observa que la productividad de la máquina flexográfica tiene una tendencia a la baja, no está llegando a su rendimiento efectivo del 57% y esto incurre en mayores tiempos muertos dentro del proceso.

Figura 5

Horas De Utilización De Máquina Flexográfica (2022)

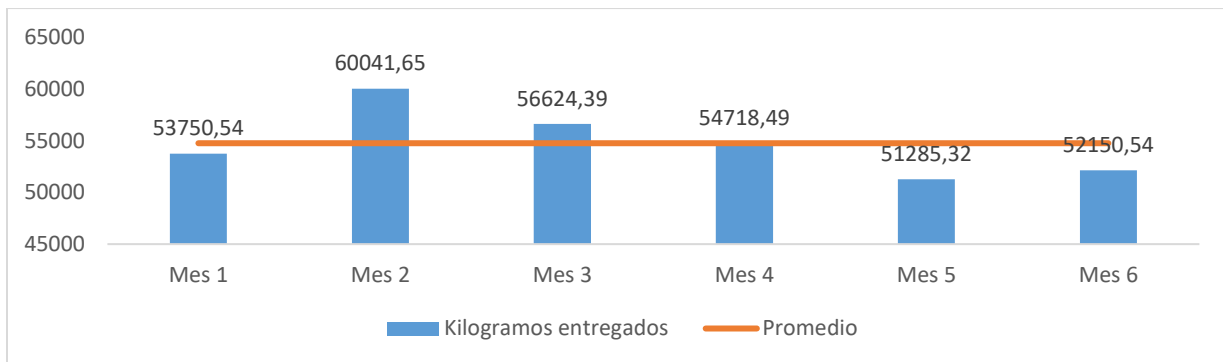


Nota. Gráfico adaptado con información entregada por el departamento de estadísticas y procesos de la empresa, 2022.

Kilogramos de PPTT

Figura 6

Kilogramos Elaborados (2022)

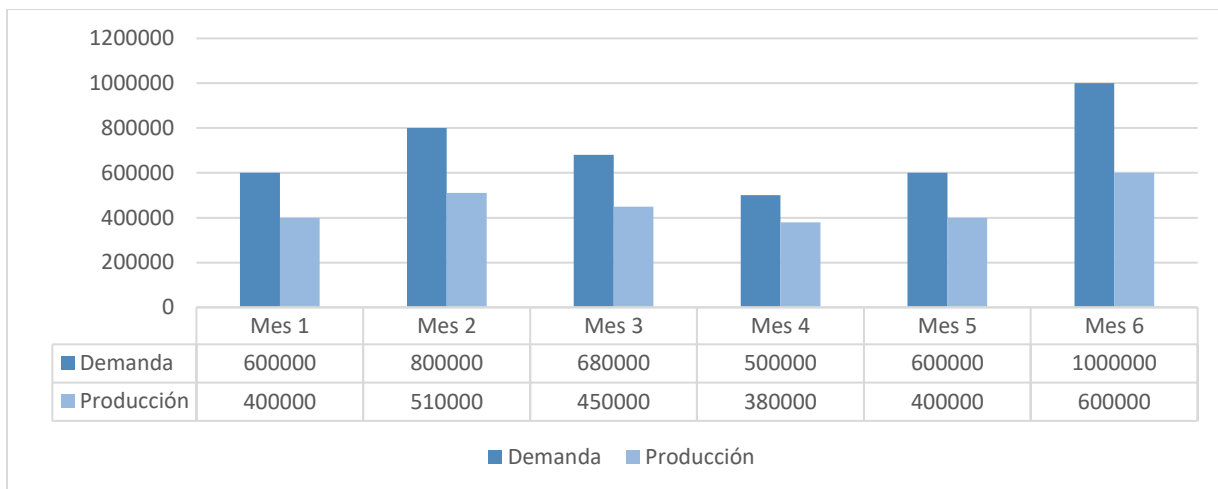


Nota. Gráfico adaptado con información entregada por el departamento de estadísticas y procesos de la empresa, 2022.

En el gráfico anterior se puede evidenciar que a mayor incidencia de producción de las etiquetas, se requiere que las máquinas amplíen sus capacidades y rendimientos, lo que en primer lugar es beneficioso monetariamente para la empresa, pero resulta en un hecho perjudicial en términos de 5's, debido a que provoca espacios saturados con la misma materia prima y desechos en los pasillos del área de producción, ocasionando así, de una u otra forma cuellos de botella y ampliación de problemas existentes en la empresa.

Figura 7

Demanda de Producción Mensual (2022)



Nota. Gráfico adaptado con información entregada por el departamento de estadísticas y procesos de la empresa, 2022.

Se visualiza que la operatividad ha sido limitada por los tiempos de configuración y la ineficiencia de la operación con la máquina flexográfica, esto a raíz de los problemas que generan la no aplicación de una metodología Lean, provocando pérdidas de oportunidades de negocios y no cumplir efectivamente con las demandas esperadas.

Para recolectar la información las impresiones durante 3 meses para recopilar información sobre el funcionamiento de la máquina y varias operaciones realizadas durante el tiempo de

configuración. El tiempo de muestreo es de aproximadamente 2 cambios por día, 6 días por semana o 144 datos.

De esta manera, ejecutar un proceso basado en la experiencia sin estándares de tiempo o actividad, llevará a que los procesos actuales sean identificados y no documentados, lo que generará retrasos en la producción. Por consiguiente, se detectan diversas actividades inapropiadas (oportunidades de mejora).

Al adoptar el método SMED, no solo se reduce considerablemente el tiempo de preparación, sino que también se reducen considerablemente los desechos, el tiempo de inactividad, el inventario, etc.

Las operaciones realizadas al configurar una máquina flexográfica se clasifican de la siguiente manera.

Tabla 8

Actividades para Desmontar la Máquina

Actividades para Desmontar la Máquina	
Toma de pesos de rollos	Abrir la máquina
Finalizar orden anterior e iniciar una nueva	Ubicar carro de traslado de material
Retirar el rollo	Retirar sistema anilox
Finalizar orden de forma manual	Realizar limpieza de sistema anilox
Limpia rieles	Retiro de bandejas de la máquina

Retirar el segmento portador de planchas de la producción	Reducir la tinta
Trasladar equipo porta planchas para su posterior montaje	Limpiado completo de la máquina

Nota. Elaboración autoral, 2022.

Tabla 9

Actividades para Montar la Máquina

Actividades para Montar la Máquina	
Estructurar orden de instalación	Backup de máquina
Preparar bandejas	Alinear porta planchas
Rellenar con tinta	Limpiar máquina y segmentos montados
Incorporar Sis. Anilox	Colocar material para impresión
Incorporar Sis. Raclas	Registro de ordenes de trabajo
Cerrar unidad	Registrar todas las estaciones
Posicionar porta planchas	Ajustar colores

Nota. Elaboración autoral, 2022.

Propuesta de Renovación de Formato

El proceso de impresión comienza con la creación de órdenes de trabajo. Una orden de trabajo incluye el cliente, el producto a fabricar, el tamaño de la etiqueta, los materiales a utilizar, las herramientas, la cantidad de metros a imprimir y el juego de colores requerido para producir la etiqueta.

Para comenzar a trabajar, debe tener materiales listos para usar: materiales para imprimir. La tinta variará según el arte de la etiqueta. Aquí se utilizan los cian, magenta, amarillo y los colores requeridos. Se debe colocar un círel de alta flotabilidad para imprimir en los rodillos de la porta placas que alimenta la máquina. El estándar de color anterior todavía se muestra para compararlo con la primera impresión de prueba.

Para la primera producción, una vez que todos los materiales y herramientas están limpios y listos, se ensambla la máquina. Esto incluye organizar todo lo que necesita para imprimir sus etiquetas. Eso significa en lugar de bandejas, rodillos de goma, tinta, anilox, seguros, puntas de retención y soportes para placas de cera.

Una vez ensamblada, encienda la máquina, ingrese los datos, transfiera los datos y especifique la velocidad de la máquina, el tamaño de la etiqueta, el producto a producir y la cantidad de rodillos de placa que se usarán para producir lo anterior.

Y comienza con el registro de cada estación. Esto implica ajustar la presión ejercida sobre el sustrato por el anilox en cada estación y el cuadrado de la etiqueta para comparar la primera etiqueta con el estándar de colores.

Si se realizan cambios después de la producción, todo lo que se usó en la producción anterior debe desmantelarse. Esto incluye la apertura de la unidad donde se realiza el cambio de herramienta (utillaje) y la limpieza tanto de: bandejas, rodillos de goma, anilox, seguros, porta carracas, ciruelas, etc. según como estén instalados.

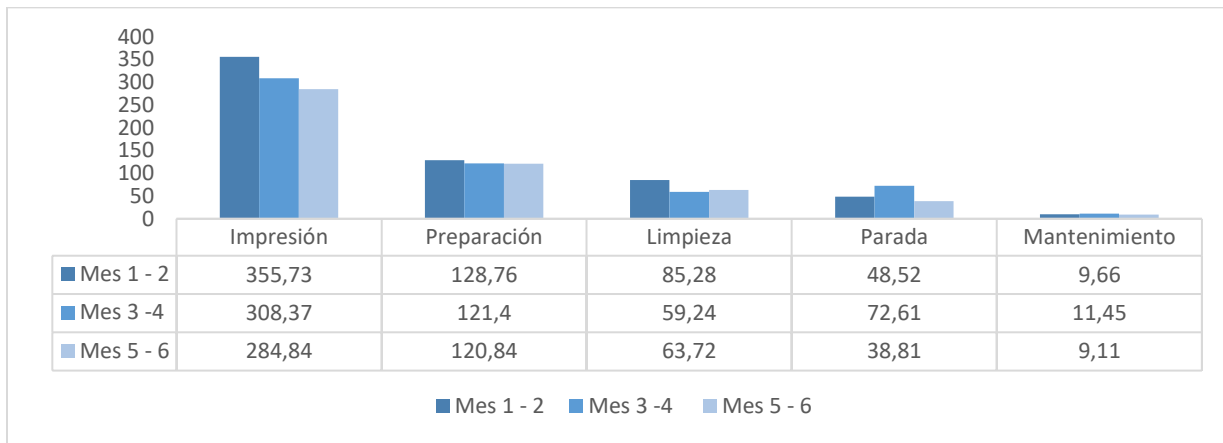
Los operarios no definen si hay que realizar o no cada trabajo y no dedican mucho tiempo, por lo que es precisamente el proceso de desmontaje el que más tiempo dedica a la limpieza de la producción anterior.

Propuesta para mejorar los Tiempos

De acuerdo con este perfil, se puede juzgar que el tiempo de configuración de la máquina se amplía. Los siguientes detalles se extraen de los registros e informes de productividad y eficiencia de la máquina de 2022.

Figura 8

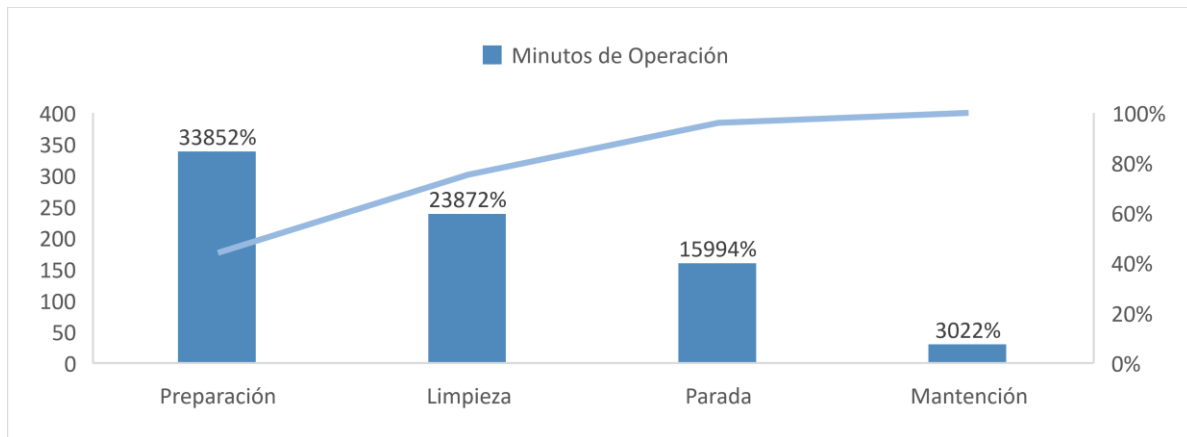
Distribución de Tiempos de Máquina Flexográfica (en minutos)



Nota. Datos obtenidos del departamento de producción y estadística de la empresa, 2022.

Figura 9

Pareto Tiempos por Etapa (2022)



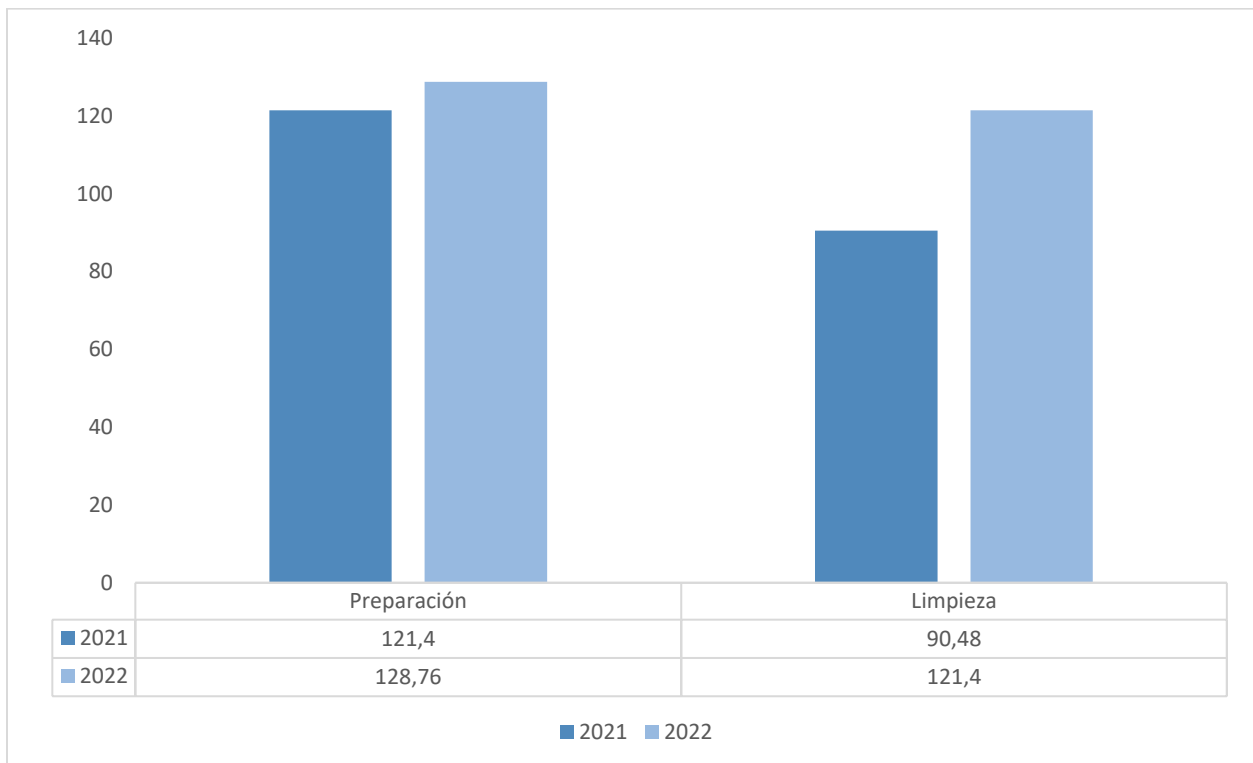
Nota. Datos obtenidos del departamento de producción y estadística de la empresa, 2022.

Estas tablas reflejan el tiempo total del proceso realizado por la flexográfica en el primer mes del año. Para analizar la causa, debe identificar las operaciones de impresión que requieren más tiempo (latencia). De esta forma es de concluir que las operaciones con mayor tiempo lead time, son las de preparación y limpieza del equipamiento.

Adicionalmente, la aplicación de la metodología SMED, llevara a cabo los tiempos de configuración a modo de disminución hasta el menos 50 minuto por cambio entre formatos de impresión, adicionalmente la fase de limpieza debe comprender la relación directa entre montar y desmontar la máquina, por ende, son procesos de importancia clara y determinante en los análisis.

Figura 10

Tiempos Históricos Promedios (2021 – 2022)



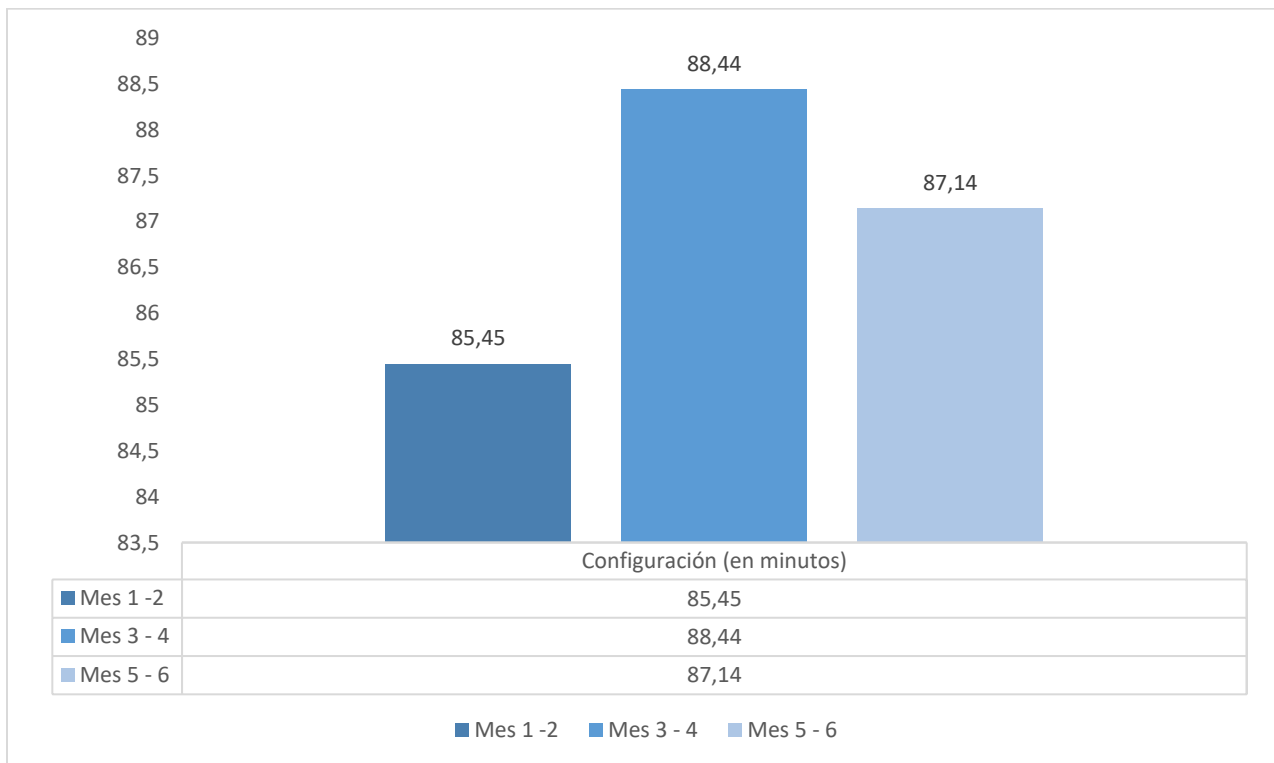
Nota. Datos obtenidos del departamento de producción y estadística de la empresa, 2022.

Evaluación de Tiempos

Con el tiempo, los valores influyen en la decisión de cuánto tiempo dedicar a la configuración al cambiar los formatos de impresión. El tiempo se calcula con un cronómetro y se realiza una búsqueda de tiempo de retorno cero. Esto significa que el temporizador se restablece a 0 cada vez que se completa la actividad, se ejecuta dos veces al día durante más de 3 meses, y cuando cambio la configuración de impresión, parece que está listo (desmontar y montar) tarda un promedio de 1 hora y 27 minutos en completarse.

Figura 11

Tiempos de Configuración



Nota. Datos obtenidos del departamento de producción y estadística de la empresa, 2022.

Se estima por la investigación y conversación con los encargados del departamento, que el tiempo promedio se rige en 87.14 minutos (equivalentes a una hora, veintisiete minutos y catorce segundos).

Análisis por etapas

Etapa Inicial. En esta etapa, se debe aplicar un listado a todas las actividades involucradas en el tiempo de configuración (tiempo de preparación) para distinguir entre operaciones internas (operaciones realizadas cuando la máquina está parada) y actividades externas (operaciones realizadas cuando la máquina está funcionando). Por otra parte, los problemas fundamentales como los siguientes se encuentran con frecuencia en procesos: Los instrumentos (discos, rodillos, cuchillas) se limpian cuando la máquina se detiene. El operario tiene que ir a buscar la tinta. Hay que esperar a que se monte el equipo.

Tabla 10*Desmontado de Máquina*

Actividades Internas	Actividades Externas
Toma de pesos de rollos	Finalizar orden
Abrir la máquina	anterior e iniciar una
Retirar el rollo	nueva
Finalizar orden de forma manual	
Limpiar rieles	
Ubicar carro de traslado de material	
Retirar sistema anilox	
Realizar limpieza de sistema anilox	
Retiro de bandejas de la máquina	
Reducir la tinta	
Limpiado completo de la máquina	

Retirar el segmento portador de planchas de la
producción

Trasladar equipo porta planchas para su posterior
montaje

Nota. Elaboración autoral, 2022.

Tabla 11

Actividades para Montar la Máquina

Actividades Internas	Actividades Externas
Estructurar orden de instalación	Tiempo de espera por
Preparar bandejas	máquina montada finalmente
Rellenar con tinta	
Incorporar Sis. Anilox	
Incorporar Sis. Raclas	
Cerrar unidad	
Backup de máquina	
Alinear porta planchas	
Limpiar máquina y segmentos montados	
Colocar material para impresión	
Registro de ordenes de trabajo	
Registrar todas las estaciones	
Ajustar colores	

Nota. Elaboración autoral, 2022.

Etapa secundaria. En este apartado de la propuesta de mejora es necesario configurar una revisión directa de cada una de las actividades a modo de poder externalizarlas y distribuir efectivamente los procesos, minimizando tiempos y aumentando la productividad. De esta forma se logra vislumbrar un nuevo modelo que genere menos tiempos en las etapas de preparación.

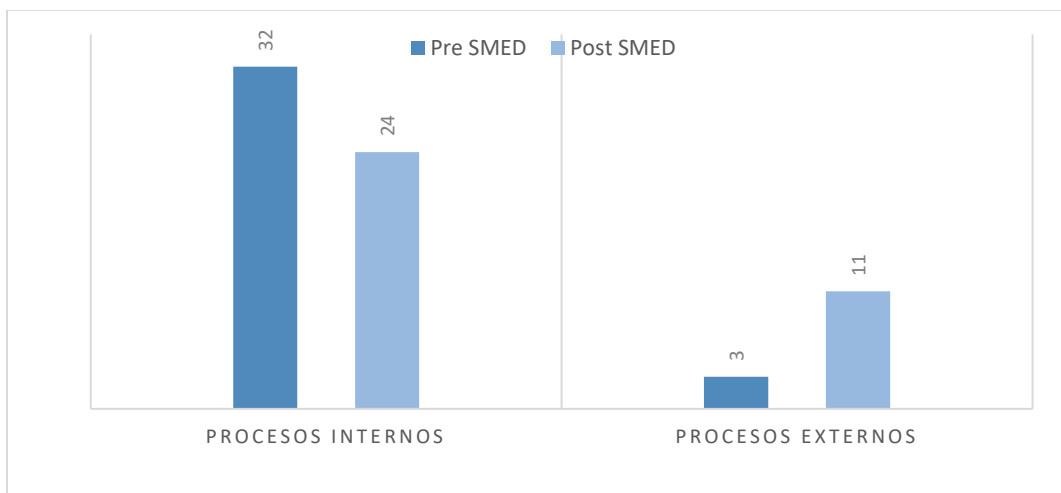
Etapa Terciaria. El objetivo en esta etapa es completar las operaciones realizadas durante el cambio. El tiempo de configuración en esta fase se reduce al mínimo, dejando solo las operaciones esenciales para las operaciones de cambio.

Resultados Post SMED (Lean Manufacturing)

Se determina que al análisis de operaciones internas y externas de la máquina flexográfica se concede que reduce de un total de 32 puntos internos y 3 externos a 24 internos y 11 externos, optimizando las frecuencias de trabajo de la empresa.

Figura 12

SMED Actividades Internas y Externas



Nota. Elaboración autoral, 2022.

Procesos Externos

Desmontar Máquina
<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar orden anterior • Llevar porta plancha a montado • Limpiar bandejas • Limpiar rodillos • Limpiar portaraclas • Retirar rollo fuera de máquina • Reducir nivel de tinta

Montar Máquina
<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar color • Revisar OT antes de iniciar operacion • Suministrar tintas • Suministrar material adicional fuera de la máquina

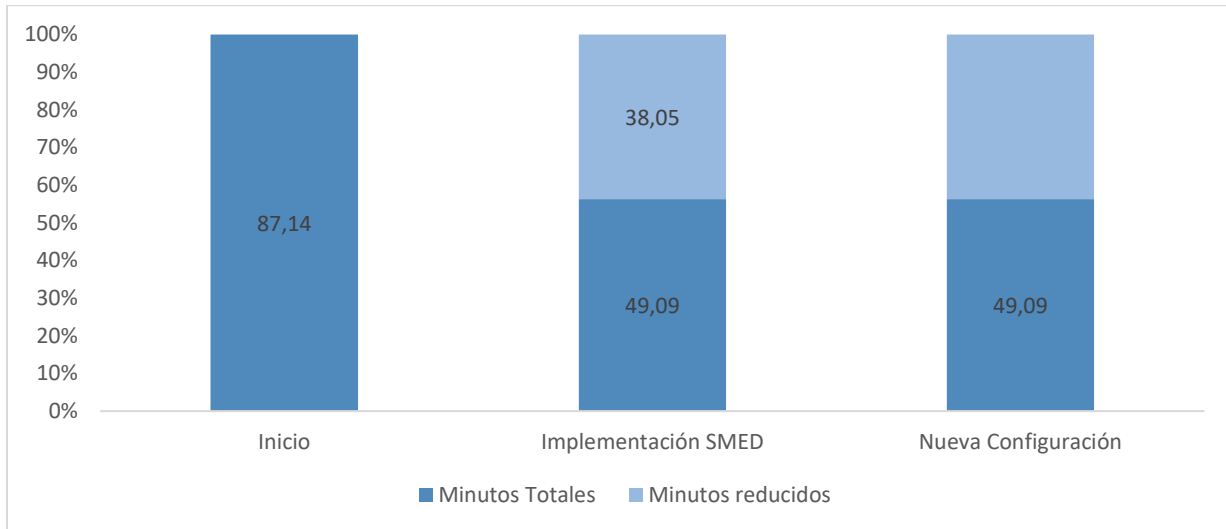
Nota. Elaboración autoral, 2022.

Procesos Internos

Desmontar Máquina	Montar Máquina
<ul style="list-style-type: none"> • Retiro de porta-plancha de la máquina • Lipiado de cirel acoplado • Cierre de orden anterior y apertura de nueva en sistema • Bajado y pesado de rollo • Abrir unidad • Aflojar portaraclas • Retirar portaraclas • Traer carro • Retiro de Anilox • Lavado de Anilox • Retiro de Bandejas • Limpieza de Anilox directa • Limpieza de Anilox indirecta 	<ul style="list-style-type: none"> • Traer Alinox • Colocar Bandejas • Agregar Tintas • Traer Alinox de lavado indirecto • Posicionar Alinox • Posicionar Racla • Cerrar unidad • Montar porta planchas • Ingresar transmision de datos de máquina • Bajar porta plancha • Limpado de cirel montado • Agregar material para registro • Cruzado de material • Registrar cada segmento

Nota. Elaboración autoral, 2022.

A continuación, se refleja la reducción del tiempo, al inicio las actividades internas dan un total de 1 hora con 27 minutos y al convertirlas en externas se evidencia la reducción de 38 minutos con 05 segundos, teniendo una reducción del 44%.

Figura 13*Mejora SMED Teórica (en minutos)*

Nota. Elaboración autoral, 2022.

Propuesta

Después de hacer un diagnóstico de situación inicial, se determina qué operaciones causan la mayor variabilidad durante el tiempo de configuración de la máquina flexográfica (tiempo de configuración). Posteriormente la realización de un análisis de tiempos logra localizar oportunidades de mejora.

Finalmente se delimita las capacidades del funcionamiento SMED ideal, donde vislumbra la realización y ejecución de acciones como;

- Estandarizar procesos de cambio de formato de impresión
- Determinar los métodos de trabajo y desarrollar un protocolo que determine el correcto funcionamiento de las actividades.
- Implementar efectivamente las 5's para optimizar los campos de trabajo.

- Nivelar los estándares de stocks de seguridad para permitir la puesta en marca ideal de la máquina.

Para preparar (montar y desmontar) la máquina flexográfica, hemos establecido un estándar de tiempo para el trabajo de reemplazo. El siguiente es el cálculo del tiempo estándar.

Tabla 12

Determinación de Tiempos (Estandarizar)

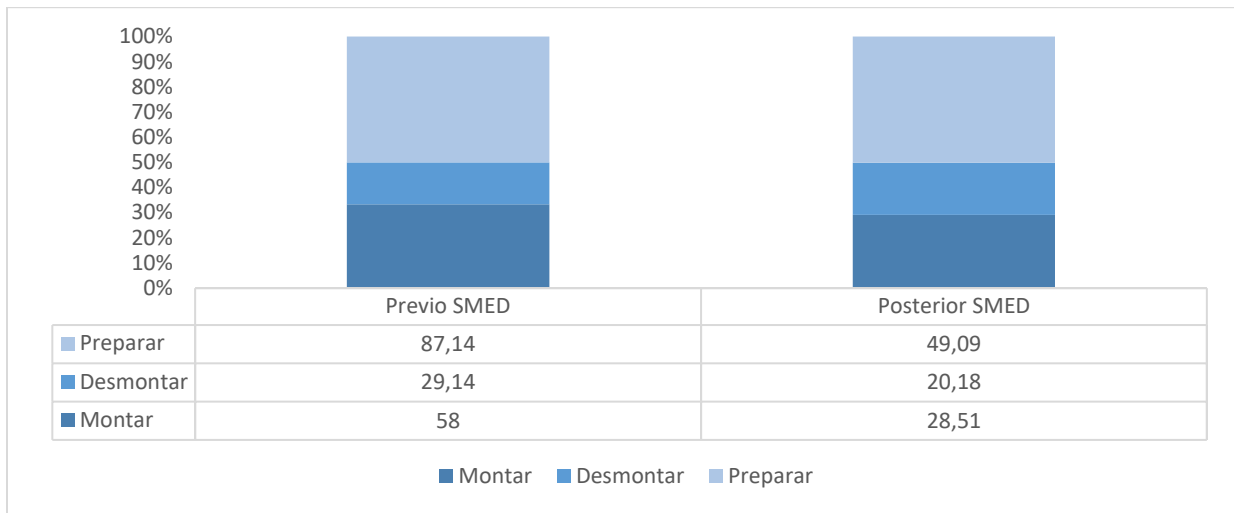
Tiempos Estándares			
T. Optimizado Promedio (1)	Tiempo final (1)	T. Optimizado Promedio (2)	Tiempo final (2)
49.09 minutos	46.42 minutos	46.42 minutos	50.35 minutos

Nota. Elaboración autoral, 2022.

De esta forma se ha considerado el tiempo a través del análisis promedio de los datos directamente relacionados con la actividad estudiada en la empresa, de esta manera se determina que se ha especificado el tiempo promedio de optimización 1 y 2, con información del proceso y compromiso con el negocio, para determinar efectivamente la duración de la investigación. Según la normativa de la empresa, al tiempo estándar se le debe agregar una hora como tiempo base, lo que corresponde a un valor de 0,083% del tiempo promedio de trabajo, con lo que pasaremos del tiempo estándar de 46.42 minutos a un tiempo total de 50.35 minutos; lo cual es necesario dentro de un proceso, porque objetivamente, aunque el estudio del ritmo y el tiempo, la evaluación nos da resultados certeros, no podemos olvidar que el desarrollo de las actividades requiere esfuerzos humanos, lo que sugiere que se deben prever algunos suplementos generales para compensar la fatiga, receso, pausas activas e incluso imprevistos, entre otros.

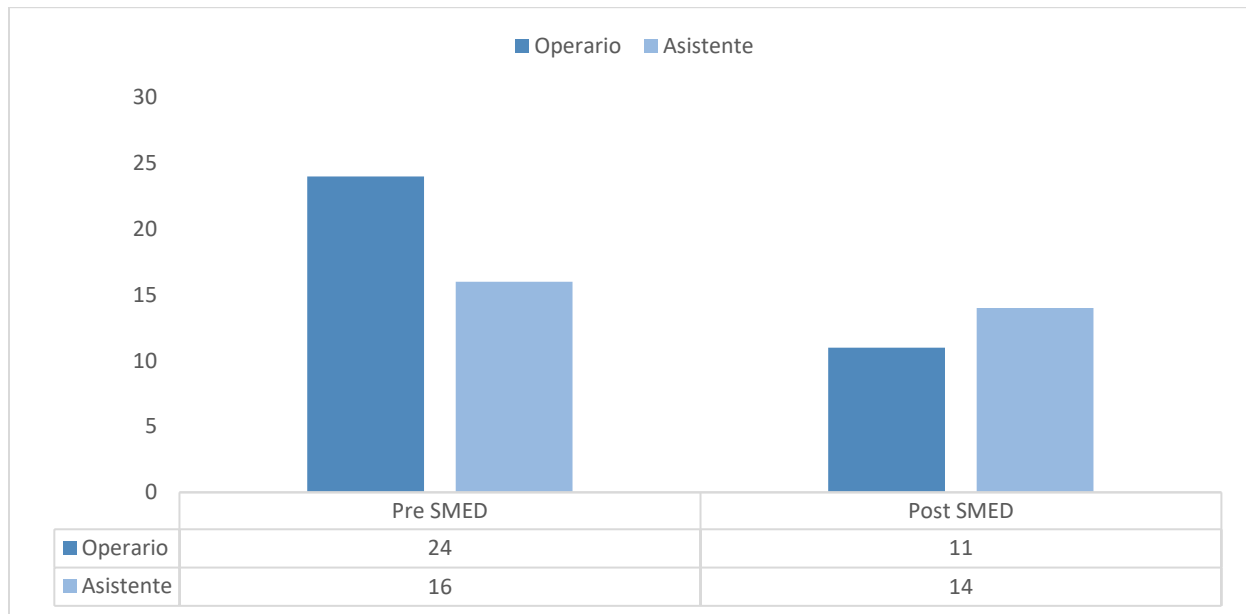
Figura 14

Tiempos de la empresa



Nota. Se determina que el estándar ideal de tiempo concuerda a un **50.35 minutos**. Elaboración autoral, 2022.

Se procede a la construcción de la matriz RACI (responsables, Aprobadores, Consultores, Informantes), la cual, identifica las actividades de cada empleado y asigna tareas individuales a cada persona (asistente del operador) para no interferir o interferir.

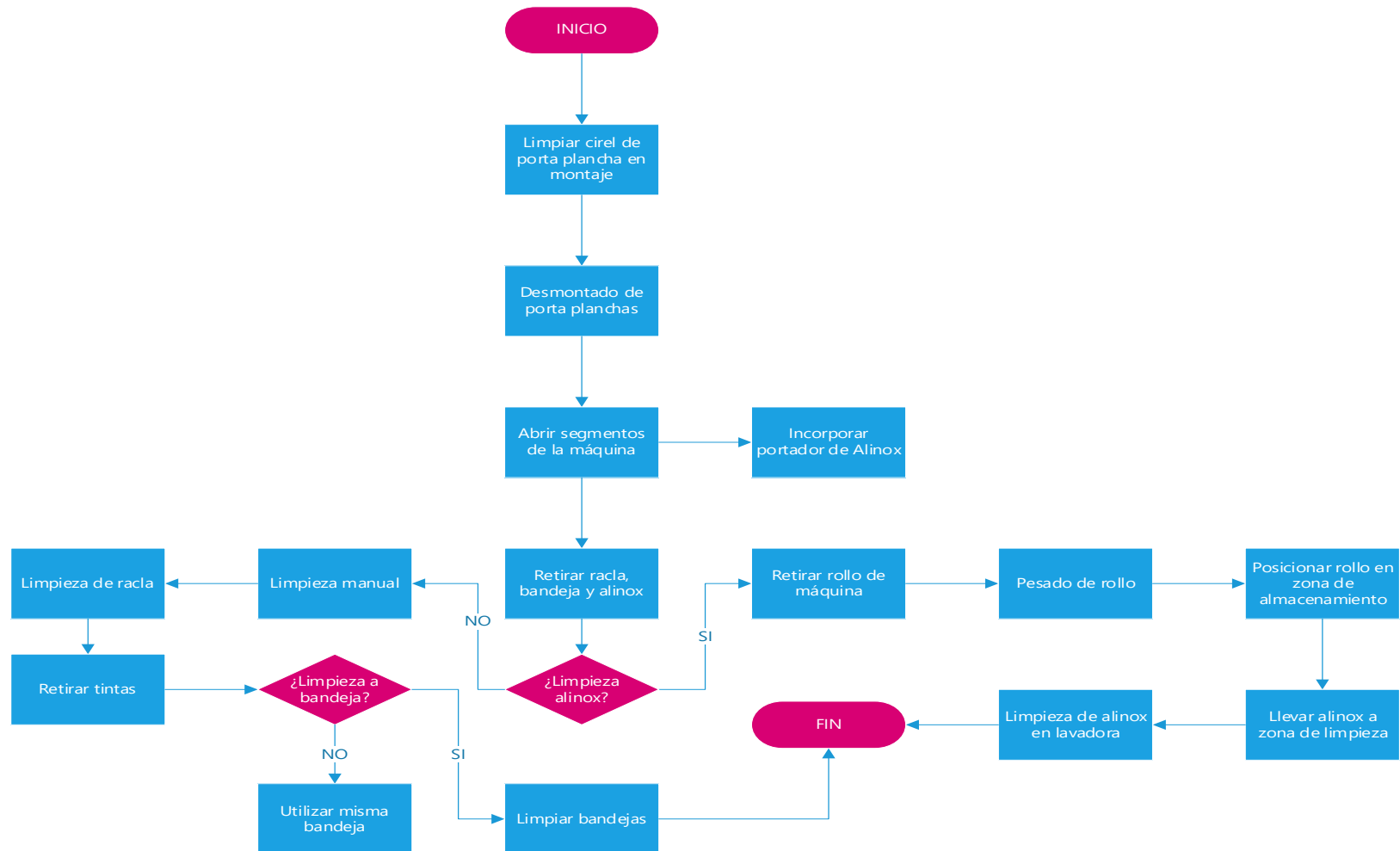
Figura 15*Distribución de Funciones*

Nota. Elaboración autoral, 2022. Se reducen en total quince actividades diferentes.

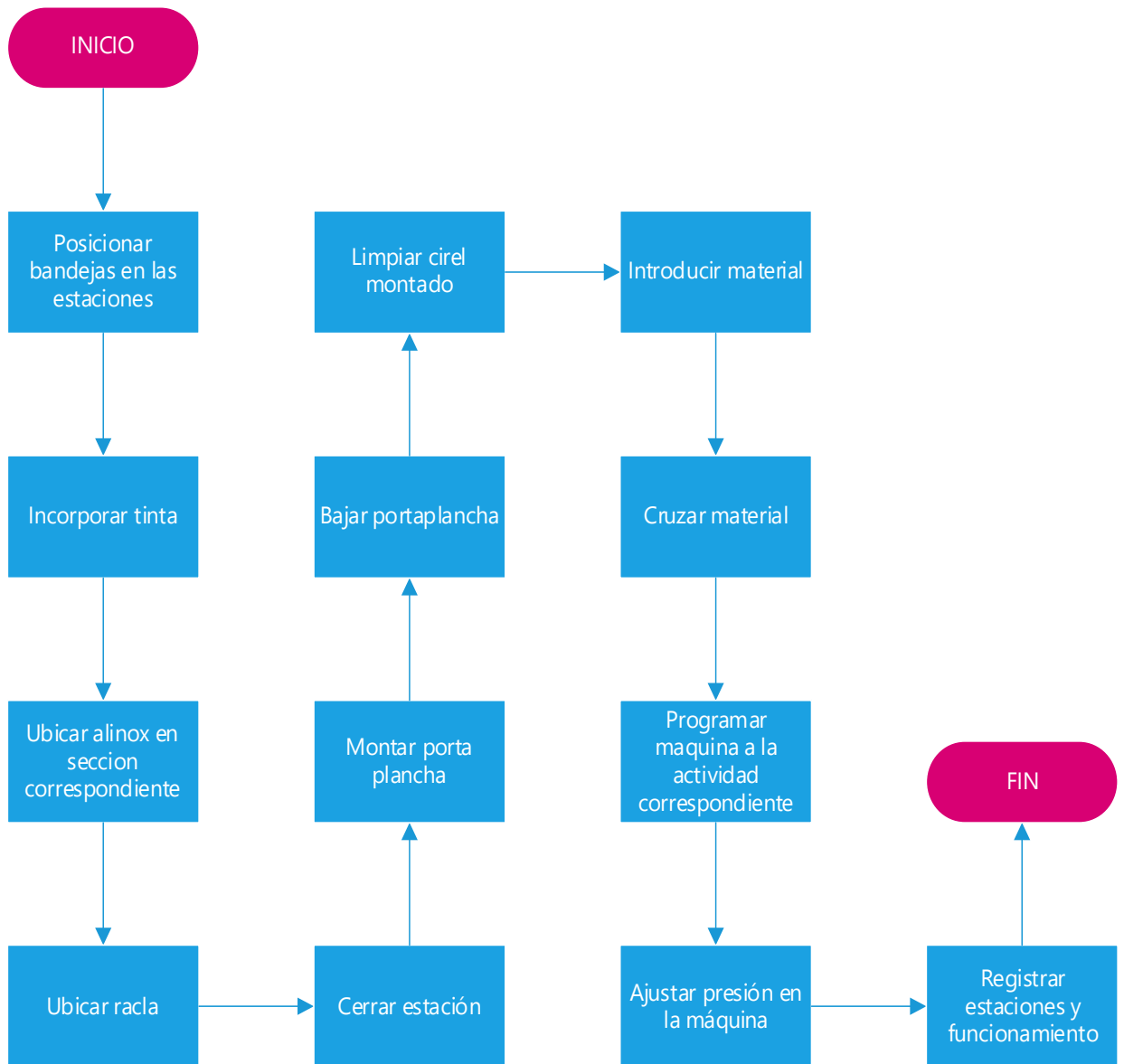
Para obtener un costo de tiempo preciso en el tiempo de configuración (tiempo de configuración) de una máquina flexográfica, debe definir el procedimiento para ensamblar y desensamblar la máquina.

Figura 16

Diagrama de Flujo Desmontar Máquina



Nota. Elaboración autoral, 2022.

Figura 17*Diagrama de Flujo Montado de Máquina*

Nota. Elaboración autoral, 2022.

Implementación de formas de trabajo

Una vez que se define un método de trabajo, todos los involucrados en el proceso de impresión lo comparten, lo que garantiza una administración y asignación precisas del tiempo

durante los cambios de trabajo y mantiene los estándares establecidos en una configuración de la máquina flexográfica.

Aplicación de la Metodología 5'S

La adecuada asignación del espacio del área de trabajo es fundamental para desarrollar los procesos de la manera más eficiente, proteger en todo momento la seguridad de los trabajadores y generar una búsqueda de mejora continua. Se han realizado mejoras en las áreas de trabajo descritas para ayudar a cumplir con los estándares establecidos de cambios en los tiempos de configuración (tiempos de montaje y desmontaje) para las máquinas flexográficas.

- Seiri

La sala de fabricación de dobladoras está muy desorganizada. Como primer paso en la aplicación de las 5'S, todos los documentos, reliquias y herramientas deben clasificarse y colocarse en sus lugares adecuados para evitar la congestión en los pasillos y posibles accidentes por pérdida de herramientas.

Las herramientas en mal estado se han desechado por ser difíciles de trabajar correctamente ya tiempo. Las herramientas de uso más frecuente se clasifican y colocan cerca del operador, y las herramientas de uso menos frecuente se colocan en la segunda posición.

Esta categorización ayuda a los operadores a saber directamente dónde colocar las herramientas y tintas que necesitan para la producción, evitando perder tiempo buscando herramientas.

- Seiton

Coloque cajones y estantes móviles debajo de la mesa para mantener los materiales y las herramientas más juntos para un uso más eficiente. De esta manera, los operadores pueden alcanzar las herramientas y los materiales con facilidad y rapidez.

Las ubicaciones específicas se identifican con símbolos correspondientes a cada herramienta y material requerido durante la instalación. Esto permite al operador saber qué material se debe utilizar

- Seiso

La limpieza es una actividad muy importante en los 5's. La limpieza debe hacerse diariamente. Para ello, se elabora un cronograma de responsabilidades, que los propios empleados deben velar por su cumplimiento, y el supervisor es responsable de los controles periódicos. Este paso también incluye organizar mejor su área de trabajo, pintar paredes y almacenar basura en áreas designadas para mejorar la apariencia visual de su área de trabajo.

- Seiketsu

Crear procedimientos documentados y definir las actividades de cada operador para que entiendan qué y cómo necesitan realizar una operación. Los tiempos de referencia también se definen para que el operador pueda determinar de manera confiable cuándo se debe realizar cada operación. Esto permite alcanzar los objetivos del SMED y de la empresa.

- Shitsuke

Esta etapa requiere compromiso de los ejecutivos. Se requiere encontrar compañerismo y compañerismo para crear grupos de trabajo bien capacitados para que la metodología pueda ser implementada de manera efectiva.

Colocar una pizarra en el área de trabajo ayuda a los empleados a registrar el tipo de material requerido para cada cambio de trabajo, el producto a producir, el material de la placa anilox, el color de cada producto y la placa de identificación de los rodillos, lo que ayuda a lograr las metas.

Después de implementar SMED, el tiempo de configuración dúctil se redujo en un 44 %. Las actividades internas se han convertido en actividades externas y se han encontrado oportunidades para mejorar el área de trabajo. Se redujo en un 44% el proceso de preparación de la máquina dobladora, con menos paradas y cuellos de botella, cumpliendo el objetivo.

Conclusiones

Finalizado el análisis de la empresa, se comprende que la investigación está delimitada para poder tratar los problemas raíces que existieron y se pudieron complementar en las problemáticas directas que se trataron con la empresa, siendo la de mayor importancia los tiempos de montado y desmontado de la máquina flexográfica que poseen, de esta forma se logra cumplir en reducción de tiempos, estandarización de procesos y sobre todo, un futuro capaz de poder mejorar la competitividad de la empresa.

Si bien existió en su momento la realización de más formas de implementar una cultura Lean en la empresa, se opta por trabajar sobre la anteriormente mencionada, de esta forma se logra la obtención de un 30% en la reducción de la operatividad de la empresa, ya que sus procesos no se encontraban normados o estructurados, se procede a realizar esta metodología de trabajo, y en consecuencia lograr que el estándar se mantenga sobre todas las funciones empresariales.

En las situaciones capaces de percibir nuevos diagnósticos se logra además concurrir a los tiempos de operación descritos en el proceso, de los cuales la empresa prefiere reservar su uso a modo confidencial, sin embargo, se dispone de una capacidad directa para lograr que todo pueda asociarse a los tiempos generales del proceso, por consiguiente, se logró la caracterización del proceso general de flexográfica dedicada a la máquina que causaba quiebres y errores humanos.

Determinando a su vez las causas reales de los problemas de desorganización que existían en la empresa, ya que no se manejaba una cultura capaz de diversificar las funciones y los estándares comunes del orden, logrando así que existieran pérdidas Caracterizar el proceso de flexografía para identificar los parámetros a mejorar.

Finalmente se recomienda la cultura lean directa para cada una de las operaciones con el procedimiento directo donde se encuentran lo suficientemente informados para poder llevar todos los controles directos de los KPI's que busquen en su futuro implementar, de esta forma se logra que además la consciencia de la empresa pueda permitir mejoras continuas a los tiempos de operación y de esta forma mejorar las capacidades directas de producción, logrando ampliar su captura del mercado y por esto manipular de mejor forma la competencia, volviéndose así una empresa de alta eficiencia y eficacia operativa.

Recomendaciones

Incentivar a todos los trabajadores de la empresa para que de esta forma logren el cumplimiento ideal y las metodologías Lean y SMED puedan seguir mejorando cada uno de los procesos empresariales de esta forma comprender mejor el proceso y trabajar de forma más eficaz sin tiempos muertos ni pasos extras.

Lograr que los momentos y lapsos asociados a los tiempos para configurar la máquina flexográfica puedan ser de incentivo para así lograr que todo el sistema pueda trabajar de forma acorde y ordenada, ya sea un resultado de las metodologías 5'S y por consiguiente una herramienta nueva para la empresa.

Se recomienda además que los cambios no sean abruptos en las formas de trabajo, limpieza u orden, ya que de esta forma lograrán que las innovaciones vuelvan a ser afectadas por la misma generación empresarial, es decir, un cambio sin notificación previa puede suponer quiebres de trabajo y pérdidas importantes en la empresa.

Lograr que todo el sistema lea pueda funcionar en condiciones especiales se requiere que estas mismas puedan formar parte del vivir de las personas, logrando por supuesto una mejora capaz de detener todas las causas que signifiquen un problema en la misma estructura empresarial.

Finalmente, lograr que todos los niveles del trabajo sean óptimos, desarrollara una mejor capacidad de trabajo en equipo y un ambiente agradable, capaz de evolucionar sin problemas.

Referencias

- Abu, Gholami, Saman, Zakuan, Streimikiene, & Kyriakopoulos. (2021). *An SEM Approach for the Barrier Analysis in Lean Implementation in Manufacturing Industries*. Malaysia: MDPI. doi:<https://doi.org/10.3390/su13041978>
- Akinlabi, Ikumapayi, Mwema, & Ogbonna. (2020). Six sigma versus lean manufacturing – An overview. *Materials Today: Proceedings*, 3275 - 3281. doi:10.1016/j.matpr.2020.02.986
- Alhuraish, I., Robledo, C., & Kobi, A. (2017). A Comparative Exploration of Lean Manufacturing and Six Sigma in terms of their Critical Success Factors. *Cleaner Production*, 325-337. doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.146
- Álvarez, J. M. (2019). *Configuración Y Usos De Un Mapa De Procesos*. Online: AlfaOmega Aenor. doi:9789587784664
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). Lean project management. *BUILDING RESEARCH & INFORMATION*, 15. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/230899754_Lean_project_management
- Botti, L., Mora, C., & Ragattieri, A. (2017). Application of a mathematical model for ergonomics in lean manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 481 - 491. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.06.050>
- Cardona, J., & Bribiescas, F. (2015). Revisión sistemática de la Mejora Continua y Manufactura Esbelta. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 12(55), 16 - 26. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7088878>

- Carreras, M. R., & García, J. L. (2011). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. España: Editorial Díaz de Santos. Obtenido de <https://books.google.cl/books?id=IR2xgsdmdUoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Collazos García, C. J. (2015). *Diseño de un protocolo para la reducción de los tiempos improductivos en el área de impresión de una empresa productora de empaques flexibles*. Bogotá, Colombia: UNC. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55736>
- Colovic, G. (2011). *Analyze of the planning, layout and logistics in garment manufacturing*. Elsevier. Obtenido de ScienceDirect: <https://ezproxy.cuc.edu.co:2108/science/article/pii/B9780857090058500032#ab0010>
- Costa, Godinho, Fredendall, & Gómez. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in food science & technology*, 122 - 133. Retrieved from <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900029025>
- Costa, Silva, & Pinto. (2017). *Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology*. Portugal: ISEP. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.171>
- Digman, L. (1991). *Organizational Dynamics*. New York: University of Nebraska. doi:[https://doi.org/10.1016/0090-2616\(91\)90095-Q](https://doi.org/10.1016/0090-2616(91)90095-Q)
- Gamboa, E. (2013). *Flexografía : evaluación financiera de un proyecto de modernización*. San José, Costa Rica: UCR. Obtenido de <https://1library.co/document/zpxjrlrq-flexografia-evaluacion-financiera-de-un-proyecto-de-modernizacion.html>

Grisales, M., & González, H. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. *Revista EAN*(85), 199 - 218. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/206/20658110012/movil/>

Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual -- The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 1 -- The Just-In-Time Production System* (Vol. 1). NW: CRC Press. Obtenido de https://books.google.cl/books?id=rb3YGsWtcbAC&dq=just+in+time&hl=es&source=gb_s_navlinks_s

Hugos, M. H. (2018). *Essentials of Supply Chain Management* (Vol. 4). New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons. Obtenido de <https://books.google.cl/books?id=bvNKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Lai, D. K.-h., & Cheng, P. T. (2012). *Just-in-Time Logistics*. Burlington: Gower Publishing Limited. Obtenido de https://books.google.cl/books?id=TIM4YgzWlpgC&dq=just+in+time&hl=es&source=gb_s_navlinks_s

Leonardo, R. C. (19 de 10 de 2013). *Justificación conceptual de un modelo de Lean Manufacturing*. Obtenido de Biblioteca digital Universidad del Valle: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6139/1/Heuristica15-A08.pdf>

Liker, J. K. (2019). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. España: Gestión2000. Obtenido de

<https://books.google.cl/books?id=2tiuDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Las+claves+del+éxito+de+Toyota:+14+principios+de+gestión+del+fabricante+más+grande+del+mundo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwidn5uK7rD6AhVLLrkGHcAPCscQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=Las%20claves%20del%20>

Main, B., Taubitz, M., & Wood, W. (2008). You Cannot Get Lean Without Safety. *Safety Management*, 38 - 42. Obtenido de <https://aeasseinclud.es.asp.org/professionalsafety/pastissues/053/01/Main.pdf>

Muñoz, González, & Torrubiano. (2010). *Metodología Lean en la sanidad, aplicación práctica: Lean y su conexión con otros sistemas, propuesta de un nuevo*. Online: Forum Calidad.

Myung, Park, FAAP, & FACC. (2008). Capítulo 5 - Diagramas de flujo. En Emeritus, *Cardiología Pediátrica (Quinta edición)* (págs. 75-78). Texas: Texas.

Pakdil, F., & Leonard, K. M. (2014). Criteria for a lean organisation: development of a lean assessment tool. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4587 - 4607. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.879614>

Panwar, A., Nepal, B., Jain, R., & Singh, A. (2017). Understanding the linkages between lean practices and performance improvements in Indian process industries. *Industrial Management & Data Systems*, 346 - 364. doi:10.1108/IMDS-01-2016-0035

Piñeiro, E., & Meleán, R. (2022). Cadena de suministros en las empresas zuliana de derivados lacteos: estudio desde los flujos logísticos inversos. *TELOS*, 22(1), 8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/993/99362098022/99362098022.pdf>

- Santos, J., Wysk, R. A., & Torres, J. M. (2015). *Improving Production with Lean Thinking*. Online: John Wiley & Sons. Obtenido de https://books.google.cl/books?id=hiPPBwAAQBAJ&dq=Improving+Production+with+Lean+Thinking&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Scott, E. (2020). *Seis Sigma: Una Guía Esencial para Principiantes Seis Sigma (Six Sigma Spanish Edition)*. Online - Amazon: Independently Published. Obtenido de https://books.google.cl/books?id=zzovzQEACAAJ&dq=six+sigma&hl=es&sa=X&redir_esc=y
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona: Marge Books.
- Titmarsh, Assad, & Harrison. (2022). Energy Saving in Lithium-Ion Battery Manufacturing through the Implementation of Predictive Maintenance. *Sustainable manufacturing in automation systems - an Industry 4.0 perspective*, 6. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/362762469_Energy_Saving_in_Lithium-Ion_Battery_Manufacturing_through_the_Implementation_of_Predictive_Maintenance
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? . *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(17), 153 - 174. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. New York, United States of America: Free Press. Obtenido de

https://books.google.cl/books?id=8pCElwGZhSUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Yacuzzi, E., & Pan, C. (2008). La cultura de la manufactura moderna. *Documentos de Trabajo No. 377*, 24. Obtenido de <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/84449/1/576912719.pdf>

Zamora, D., Guzmán, V., Cordero, M., & Sánchez, E. (2019). *Sistemas de Producción: Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. Madrid: ESIC Editorial. Obtenido de <https://books.google.cl/books?id=qj64DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Zezulka, Jirsa, Venkrbec, Marcon, Benesl, Kaczmarczyk, . . . Bradac. (2022). *The Ideas of Industry 4.0: Seven Years After*. Czech Republic: BRNO. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322003391>