



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**MODELO LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN
EN UNA EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS DE LA CIUDAD DE
QUITO.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autora

Almeida España Ana Paula

Tutor

MSc. Espejo Viñán Hernán Fabricio

QUITO– ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Ana Paula Almeida España, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “Modelo Lean Manufacturing en el área de producción en una empresa de vallas publicitarias en la ciudad de Quito”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 17 días del mes de abril de 2023, firmo conforme:

Autor: Ana Paula Almeida España

Firma:

Número de Cédula: 1718720087

Dirección: Pichincha, Quito, Cochapamba, San Fernando.

Correo Electrónico: anapaulaalmeidae@hotmail.com

Teléfono: 0987604003

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “Modelo Lean Manufacturing en el área de producción en una empresa de vallas publicitarias en la ciudad de Quito” presentado por Ana Paula Almeida España, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 17 de abril del 2023

.....

MSc. Espejo Viñán Hernán Fabricio

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 17 de abril del 2023

.....

Ana Paula Almeida España
1718720087

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **MODELO LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS DE LA CIUDAD DE QUITO**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 17 de abril de 2023

.....

MSc. Liliana Topón
LECTOR

.....

MSc. Jacqueline Villacís
LECTOR

DEDICATORIA

A mi madre, por ser mi inspiración y por apoyarme incondicionalmente en cada paso de mi vida, te dedico este logro con todo mi corazón, como una muestra de mi profundo amor y gratitud hacia ti.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, una mujer maravillosa, quien ha creído en mí siempre, siendo un gran ejemplo de superación, humildad, perseverancia; enseñándome valores y fomentando en mí el deseo de superación constante, lo que me ha permitido llegar hasta este momento muy importante en mi vida.

A mi padre, tías, tío, primos y abuelos por su confianza puesta en mí.

A la Universidad Indoamérica, Sede Quito, Carrera de Ingeniería Industrial, por haberme permitido cursar 9 semestres en sus aulas y a mis profesores por sus enseñanzas durante este tiempo.

A todas las personas que me han ayudado en este proceso, gracias por su apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I.....	1
Introducción.....	1
Marco teórico.....	2
Antecedentes.....	4
Justificación	5
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II.....	7

Ingeniería del proyecto	7
Diagnóstico de la situación actual	7
Cadena de suministros	8
Descripción de los procesos de producción.....	9
Diseño.....	9
Corte	10
Ensamblado	10
Acabado.....	10
Revestido	11
Análisis de los procesos de producción.....	11
Diagrama de flujo	11
Cálculo de número de observaciones	13
Método estadístico (Alternativa)	13
Cursograma de actividades.....	17
Layout actual	19
Diagrama del proceso de Diseño.....	19
Diagrama del proceso de Corte	20
Diagrama del proceso de Ensamblado.....	20
Diagrama del proceso de Acabado	20
Diagrama del proceso de Revestido	21
Cursograma de actividades del proceso de Diseño	21
Cursograma de actividades del proceso de Corte.....	22

Cursograma de actividades del proceso de Ensamblado	23
Cursograma de actividades del proceso de Acabado.....	24
Cursograma de actividades del proceso de Revestido.....	25
Defectos en producción inicial	26
Análisis de los procesos críticos.....	27
Defectos en el proceso de corte	27
Defectos en el proceso de ensamblado	27
Identificación de las causas de los defectos del proceso de corte	27
Identificación de las causas de los defectos del proceso de ensamblado	29
Selección de herramientas Lean para la implementación.....	31
Área de estudio	34
Modelo Operativo.....	34
CAPITULO III	36
Propuesta y resultados esperados	36
Desarrollo de la propuesta	36
5S.....	36
Clasificación	37
Organización.....	38
Limpieza	39
Estandarización.....	40
Mantener y seguir mejorando	41
SMED	44

Análisis SMED	44
Convertir las actividades internas en externas.....	45
Reducir las actividades externas.....	45
Propuesta de SMED	46
KANBAN	48
Sistema de Tarjetas Kanban	48
JIDOKA.....	49
Técnica del semáforo.....	50
Resultados esperados.....	51
Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta.....	53
Análisis de costos	56
CAPITULO IV	58
Conclusiones y recomendaciones.....	58
Conclusiones.....	58
Recomendaciones	59
Bibliografía.....	61
Anexos.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cantidad de trabajadores por área	4
Tabla 2	Productos de la empresa de vallas publicitarias	7
Tabla 3	Registro de tiempos de observaciones de actividades	15
Tabla 4	Cálculos necesarios para la ecuación	16
Tabla 5	Cálculo del número mínimo de muestras	17
Tabla 6	Defectos en producción de vallas publicitarias 2021	26
Tabla 7	Defectos en el proceso de corte del año 2021	27
Tabla 8	Defectos en el proceso de ensamblado del año 2021	27
Tabla 9	Selección de herramientas para la implementación.....	32
Tabla 10	Área de estudio	34
Tabla 11	Herramienta para la clasificación	38
Tabla 12	Herramienta para la organización.....	39
Tabla 13	Herramienta para la limpieza.....	39
Tabla 14	Herramienta para la estandarización.....	40
Tabla 15	Plan de acción metodología 5s	41
Tabla 16	Análisis SMED	44
Tabla 17	Propuesta SMED	46
Tabla 18	Resumen del análisis SMED	47
Tabla 19	Resultados esperados en reducción de tiempo del proceso	52
Tabla 20	Resultados esperados en reducción del porcentaje de defectos.....	52
Tabla 21	Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta	53
Tabla 22	Análisis de costos	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Porcentaje de implementación de lean manufacturing en el mundo.....	2
Figura 2	Cadena de suministros	8
Figura 3	Diagrama de flujo de los procesos de fabricación de vallas publicitarias	12
Figura 4	Ecuación cálculo de observaciones.....	13
Figura 5	Sigma según grado de confianza.....	14
Figura 6	Cursograma de actividades general de los procesos	18
Figura 7	Resumen del cursograma de actividades general de los procesos	18
Figura 8	Layout del área de producción	19
Figura 9	Diagrama del proceso de Diseño	19
Figura 10	Diagrama del proceso de corte.....	20
Figura 11	Diagrama del proceso de ensamblado.....	20
Figura 12	Diagrama del proceso de Acabado.....	20
Figura 13	Diagrama del proceso de Revestido.....	21
Figura 14	Cursograma de actividades del proceso de Diseño.....	21
Figura 15	Resumen del cursograma de actividades del proceso de Diseño	21
Figura 16	Cursograma de actividades del proceso de corte	22
Figura 17	Resumen del cursograma de actividades del proceso de corte	22
Figura 18	Cursograma de actividades del proceso de ensamblado	23
Figura 19	Resumen del cursograma de actividades del proceso de ensamblado	23
Figura 20	Cursograma de actividades del proceso de Acabado	24
Figura 21	Resumen del cursograma de actividades del proceso de Acabado	24
Figura 22	Cursograma de actividades del proceso de Revestido	25
Figura 23	Resumen del cursograma de actividades del proceso de Revestido	25
Figura 24	Diagrama de Pareto de defectos en unidades producidas anualmente.....	26

Figura 25	Ishikawa de Piezas cortadas con dimensiones incorrectas.....	28
Figura 26	Ishikawa de Deformación de las piezas	29
Figura 27	Ishikawa Desalineación de las piezas	30
Figura 28	Ishikawa Unión incorrecta de las piezas	31
Figura 29	Modelo Operativo	34
Figura 30	Encabezado manual metodología 5s	37
Figura 31	Ejemplo de indicadores de cumplimiento.....	41
Figura 32	Tablero Kanban.....	49
Figura 33	Ejemplo de tablero Kanban.....	49
Figura 34	Pizarra para semáforo.....	51
Figura 35	Cronograma de implementación	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Registro de tiempos de las actividades generales del proceso.....	62
Anexo 2 Manual 5s	63
Anexo 3 Costos de productos para la implementación	75
Anexo 4 Análisis de costos	76

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: MODELO LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS DE LA CIUDAD DE QUITO.

AUTORA: Ana Paula Almeida España

TUTOR: MSc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto tiene como objetivo el desarrollo de una propuesta de implementación de un modelo lean manufacturing para una empresa de vallas publicitarias de la ciudad de Quito, para el diagnóstico de la situación actual se analizó cada proceso de producción realizando observaciones para determinar el tiempo que toma realizar cada actividad, el tiempo dedicado a operaciones es de 642,24 minutos, mientras que, el tiempo dedicado a espera, transporte y almacenamiento es de 378 minutos, con el fin de reducir este último se ha propuesto la herramienta SMED para los tiempos entre procesos; por otro lado, utilizando Pareto para los defectos de los procesos, se definió que el 80% de estos se encuentran en el proceso de corte y ensamblado, estableciendo a estos procesos como críticos, por lo que, es en los que se concentraron las herramientas Lean, con base a investigación bibliográfica, se identificó las técnicas de Lean que ayudarán a reducir estos defectos en las piezas, las herramientas propuestas para este aspecto de calidad son: la metodología 5s, Kanban y Jidoka; aplicando SMED se lograría una reducción de 69,12 minutos en el tiempo total del proceso, con la propuesta del manual 5s, el sistema de tarjetas Kanban y el semáforo de Jidoka, se alcanzaría una reducción en el porcentaje de los defectos, en el proceso de corte un promedio de 21,93% y en el proceso de ensamblado un promedio de 10,16%, se estima que el costo de la implementación de este proyecto sea de \$ 1853,22; durante un lapso de 8 semanas.

DESCRIPTORES: jidoka, kanban, manual 5s, modelo lean manufacturing, SMED

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TOPIC: LEAN MANUFACTURING MODEL IN THE PRODUCTION AREA
OF A BILLBOARD COMPANY IN THE CITY OF QUITO.**

Author: Almeida España Ana Paula

Tutor: MG. Espejo Viñán Hernán Fabricio

ABSTRACT

This project aims to develop a proposal to implement a lean manufacturing model for a billboard company in the city of Quito, for the diagnosis of the current situation each production process was analyzed by making observations to determine the time it takes to perform each activity, the time spent on operations is 642.24 minutes, while the time spent on waiting, transportation and storage is 378 minutes in order to reduce the latter, the SMED tool has been proposed for the time between processes; On the other hand, using Pareto for process defects, it was defined that 80% of these are found in the cutting and assembly process, establishing these processes as critical, so it is in which the Lean tools were concentrated, based on literature research, Lean techniques were identified that will help reduce these defects in the parts, the tools proposed for this aspect of quality are: 5s methodology, Kanban and Jidoka; applying SMED would achieve a reduction of 69.12 minutes in the total process time, with the proposal of the 5s manual, the Kanban card system and the Jidoka traffic light, a reduction in the percentage of defects would be achieved, in the cutting process an average of 21.93% and in the assembly process an average of 10.16%, the cost to implement this project is estimated at \$ 1853.22, for 8 weeks.

KEYWORDS: jidoka, kanban, lean manufacturing model, SMED, 5s manual

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y PRODUCCION

CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL

AUTORA: ALMEIDA ESPAÑA ANA PAULA

TUTOR: MG. ESPEJO VIÑAN HERNAN FABRICIO

ABSTRACT

This project aims to develop a proposal to implement a lean manufacturing model for a billboard company in the city of Quito, for the diagnosis of the current situation each production process was analyzed by making observations to determine the time it takes to perform each activity, the time spent on operations is 642.24 minutes, while the time spent on waiting, transportation and storage is 378 minutes in order to reduce the latter, the SMED tool has been proposed for the time between processes; On the other hand, using Pareto for process defects, it was defined that 80% of these are found in the cutting and assembly process, establishing these processes as critical, so it is in which the Lean tools were concentrated, based on literature research, Lean techniques were identified that will help reduce these defects in the parts, the tools proposed for this aspect of quality are: 5s methodology, Kanban and Jidoka; applying SMED would achieve a reduction of 69.12 minutes in the total process time, with the proposal of the 5s manual, the Kanban card system and the Jidoka traffic light, a reduction in the percentage of defects would be achieved, in the cutting process an average of 21.93% and in the assembly process an average of 10.16%, the cost to implement this project is estimated at \$ 1853.22, for 8 weeks.

KEYWORDS: jidoka, kanban, lean manufacturing model, SMED, 5s manual



CAPÍTULO I

Introducción

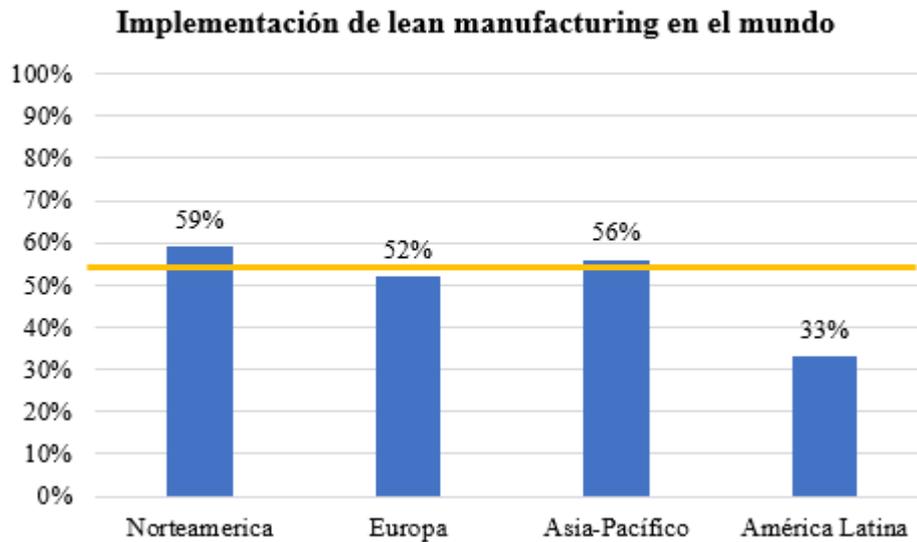
Según Manoj et al. (2018) La metodología Lean es uno de los mejores métodos utilizados por los fabricantes de todo el mundo para mejorar su competitividad, la práctica Lean dará como resultado la reducción de desperdicios y el control de los procesos esenciales relacionados con la producción. A pesar de que el sistema de fabricación esbelta es un concepto muy confiable y digno de confianza en las industrias a gran escala, aún existen algunas fallas y desafíos que enfrentan las industrias de las PYME para que funcione con éxito. (Manoj et al., 2018)

Según Durakovic et al. (2018), la base de la manufactura esbelta se puede encontrar en la empresa japonesa TOYOTA, Lean manufacturing es un sucesor del Sistema de Producción Toyota, se destaca que no solo es aplicable a la industria automotriz, sino que puede aplicarse a muchas otras industrias y se ha extendido rápidamente muchas empresas de América. Lean tiene un efecto importante en el aumento de la productividad en la fabricación. Los principios lean manufacturing aumentan la eficiencia, la eficacia y ahorran tiempo al reducir los desperdicios, el mapeo del flujo de valor, la estandarización del trabajo, el principio justo a tiempo, la mejora continua y otras herramientas lean. No todos los principios son aplicables para todos los sectores e industrias, por lo que en primer lugar analizar y medir es fundamental, hay muchas publicaciones sobre este tema publicadas por varios investigadores de diferentes países y estas se relacionan con distintas áreas de la industria. (Durakovic et al., 2018). Según Alcántara (2022), a pesar de haber demostrado su efectividad en la mejora de las operaciones, el porcentaje promedio de uso de “lean manufacturing” o manufactura esbelta a nivel mundial es de 54%, en Norteamérica, sin contar a México, ese porcentaje es de 59%, Europa llega a 52% y

Asia-Pacífico a 56%, pero en América Latina es de sólo 33%, como se observa en la **Figura 1.** (Alcántara, 2022)

Figura 1

Porcentaje de implementación de lean manufacturing en el mundo



Nota. Obtenido de *Retos y oportunidades al implementar manufactura lean*, por Alcántara, 2022 (<https://www.plastico.com/es/noticias/retos-y-oportunidades-al-implementar-manufactura-lean>)

Según Álvarez et al. (2017), en Ecuador se ha estudiado poco las herramientas de Lean Manufacturing, esto genera altos costos y la disminución de la competitividad en el mercado, es común encontrar en las líneas de producción un sinnúmero de actividades sin valor agregado que aumentan la entrega tiempos de los productos ecuatorianos. (Álvarez et al., 2017)

Marco teórico

Según Andreu (2023) El Lean Manufacturing es una filosofía de gestión que busca la eliminación de desperdicios en el proceso de producción y la mejora continua de la eficiencia y calidad. Se basa en el uso de herramientas específicas para optimizar los procesos y crear valor para el cliente. En este marco teórico, se describen brevemente

algunos de los principales principios del Lean Manufacturing: 5S, Jidoka, Kanban y SMED.

5S: es una herramienta utilizada para organizar el lugar de trabajo y mejorar la eficiencia. Las cinco “S” significan: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Esta herramienta ayuda a identificar y eliminar elementos innecesarios y a organizar el lugar de trabajo para que sea más eficiente y seguro. La implementación de 5S también promueve la disciplina y la cultura de mejora continua.

Jidoka: es una técnica utilizada para la detección temprana de problemas en el proceso de producción, la idea es que las máquinas y los operarios detecten y solucionen los problemas de inmediato, en lugar de pasar los productos defectuosos al siguiente proceso de producción. Esto ayuda a evitar la producción de productos defectuosos y reduce los tiempos de inactividad.

Kanban: es una técnica de gestión de inventario que utiliza señales visuales para controlar el flujo de producción, las tarjetas Kanban se utilizan para indicar la necesidad de producción de un producto y se pasan de un proceso a otro para iniciar la producción. La utilización de Kanban ayuda a evitar el exceso de producción y a mantener los niveles de inventario en el lugar de trabajo.

SMED: es una herramienta utilizada para reducir el tiempo de cambio de herramienta en los procesos de producción. La idea es reducir el tiempo necesario para cambiar de un proceso de producción a otro, lo que permite una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta a los cambios en la demanda del mercado. SMED se centra en la identificación y eliminación de actividades innecesarias y en la simplificación de los procesos de cambio de herramienta. (Andreu, 2023)

Antecedentes

Esta empresa está enfocada al sector de publicidad exterior, el área productiva se dedica a la elaboración de vallas publicitarias, se encuentra ubicada en la ciudad de Quito y cuenta con un total de 86 colaboradores, distribuidos de la siguiente manera como se indica en la **Tabla 1**:

Tabla 1

Cantidad de trabajadores por área

Tipo de área	Cantidad de trabajadores
Comercial	8
Logística	4
Productiva	50
Administrativa	24
Total	86

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor.

El área para trabajar es la productiva que cuenta con 50 colaboradores, y se distribuyen de la siguiente manera: Administración de flota, compras y bodega (2 personas), Tráfico (7 personas), Planta (Total: 16 personas), Instalaciones y mantenimiento (19 personas) y Publitrónica (4 personas).

Esta empresa enfrenta una problemática relacionada con la alta tasa de defectos en las piezas fabricadas lo que produce retrasos en el proceso y reduce la calidad del producto final, esto puede darse por la falta de inspección en los procesos, además, se ha observado un alto tiempo entre ciertos procesos debido a esperas, ya sea por preparación inicial, transporte u la operación de secado de la estructura, otro aspecto significativo es el desorden en las áreas de producción, lo que dificulta la clasificación, organización y limpieza de las herramientas, materiales y equipos necesarios para la producción, estos desafíos requieren soluciones para mejorar la calidad de los productos y aumentar la eficiencia.

Según Cevallos Maldonado (2020), en su trabajo de titulación menciona que existen diversos factores a considerar al implementar técnicas de lean manufacturing en los procesos productivos de una empresa con el objetivo de reducir errores y desperdicios, entre estos factores se encuentran la identificación de la cantidad de productos defectuosos generados, la determinación de las piezas o procesos donde se producen más fallas y otros aspectos que deben ser estudiados para encontrar la mejor solución y eliminar las fallas de manera efectiva.(Cevallos Maldonado, 2020)

Justificación

Este modelo es **importante** porque la implementación de herramientas lean manufacturing es crucial para mejorar la calidad de los productos, con la ayuda de los colaboradores se logrará reducir tiempo en el proceso y mejorar la organización general en cada área.

El proyecto genera un **impacto** positivo para la empresa ya que actualmente no cuentan con ninguna herramienta implementada que aporte a mejorar su competitividad en el mercado, mediante la aplicación de estas técnicas propuestas se logrará la obtención de productos y procesos de mayor calidad.

Este trabajo será de gran **utilidad** para la empresa y sus colaboradores debido a que este modelo proporcionará métodos y herramientas que mejoren la productividad del área y de los procesos, de esta manera, los colaboradores podrán realizar sus actividades de manera más eficiente consiguiendo mejores resultados.

Los principales **beneficiarios** que se encuentran estrechamente involucrados con este proyecto son la empresa y sus colaboradores, la implementación del modelo permitirá mejorar la calidad de los productos ofrecidos mediante la aplicación de las herramientas lean propuestas, por otro lado, la comunidad educativa es otro gran

beneficiario ya que el material presentado en esta investigación podrá ser referenciado para otros proyectos de investigación.

Desarrollar este Modelo Lean Manufacturing resulta **factible** ya que la empresa ha mostrado una disposición favorable al proporcionar la información, técnicas y herramientas necesarias para el desarrollo este proyecto, por otro lado, la factibilidad económica es óptima, la empresa cuenta con los recursos necesarios para tomar acciones que ayuden a mejorar la calidad de los productos y procesos.

Objetivo General

Proponer un modelo Lean Manufacturing mediante la utilización de las técnicas de mejora continua para la optimización de los procesos llevados a cabo por la empresa de vallas publicitarias en el área de producción.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de los procesos de producción mediante la utilización de herramientas de ingeniería para la identificación de oportunidades de mejora.
- Identificar las herramientas Lean Manufacturing adecuadas para cada proceso mediante una investigación bibliográfica para su posterior aplicación.
- Elaborar el modelo Lean Manufacturing con el uso de las herramientas de mejora elegidas, para la reducción de despilfarros en los procesos de producción.

CAPÍTULO II

Ingeniería del proyecto

Diagnóstico de la situación actual

La empresa en cuestión se dedica al servicio de publicidad exterior, el área productiva de esta cuenta con 5 procesos principales que son: diseño, corte, ensamblado, acabado y revestido. Se elaboran principalmente vallas publicitarias, a continuación, en la **Tabla 2** se describen cada una de ellas:

Tabla 2

Productos de la empresa de vallas publicitarias

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Vallas estándar	Las vallas estándar son estructuras para ser instaladas en carreteras, a la entrada y salida de las ciudades, soportadas en varios parantes con una altura de 7 metros, adecuadas al sitio de instalación.	
Vallas tubulares	Las vallas tubulares tienen una altura promedio de 12 metros; sobresalen en el paisaje. Esta estructura marca la diferencia frente a formatos más pequeños.	
Vallas especiales	Son vallas tubulares en las que se incorporan elementos especiales, que llaman más la atención del público.	
Murales	Son elementos de gran formato colocados en las paredes de los edificios. Tienen una exposición distinta en la mente de la audiencia y generan mayor impacto.	

Nota: extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

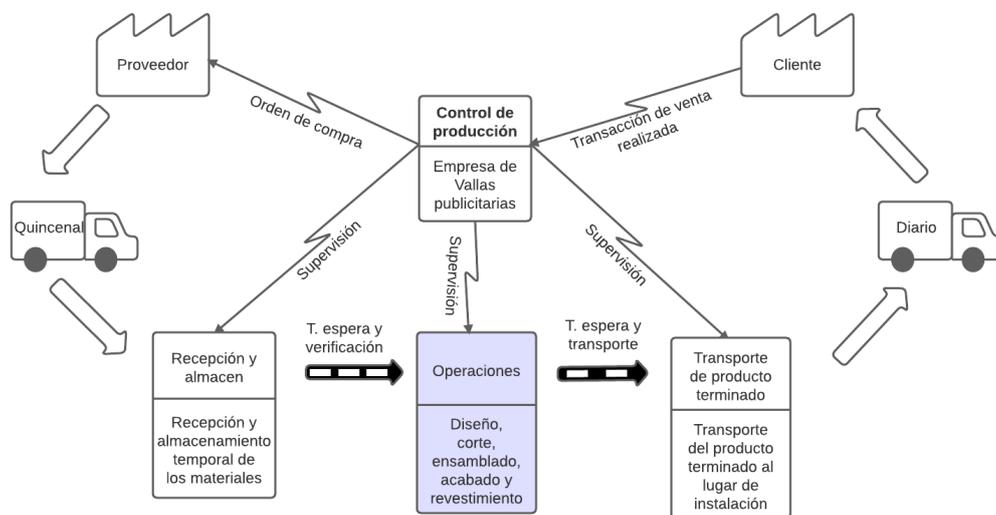
Cadena de suministros

La cadena de suministros se refiere al conjunto de procesos y actividades que están involucrados en la producción y entrega de las vallas publicitarias, a continuación, en la

Figura 2 se presenta el mapa y descripción de la cadena de suministros:

Figura 2

Cadena de suministros



Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

- Proveedores: son los encargados de suministrar quincenalmente las planchas y perfiles de acero, tinta, vinilo, lonas y otros materiales de impresión.
- Transporte de materias primas: los proveedores son los responsables de transportar los materiales desde sus instalaciones hasta la empresa de vallas publicitarias, asegurando la puntualidad en la entrega y el correcto manejo de los productos.
- Recepción y Almacén: en este proceso, se reciben los materiales suministrados por los proveedores y se ubican en un almacén temporal de la empresa hasta que sean necesarios para su uso en la producción de las vallas publicitarias.

- Operaciones: en esta fase, se llevan a cabo los procesos para la producción de las vallas publicitarias, estos procesos incluyen el diseño, el corte, el ensamblado, el acabado y el revestimiento.
- Transporte de producto terminado: una vez que las vallas publicitarias han sido producidas, la empresa es la encargada de transportarlas e instalarlas en el lugar requerido por los clientes.
- Ventas: la transacción se realiza una vez la valla se encuentre instalada y los valores varían según las especificaciones que haya tenido el cliente en el diseño de la valla y en el tiempo que la valla estará expuesta al público.

Descripción de los procesos de producción

Diseño

Antes de que empiece el proceso de diseño en computadora, el diseñador debe asegurarse de seguir estrictamente las especificaciones del cliente, una vez que se haya llegado a un acuerdo entre el cliente y la administración de la empresa sobre el tipo de material, dimensiones, colores, entre otros; el diseño es una parte crucial del proceso de creación de una valla publicitaria, ya que es lo que atraerá la atención del público objetivo, para ello, es necesario tener en cuenta las especificaciones del cliente, que pueden incluir aspectos como el mensaje a transmitir, los colores corporativos de la marca, el tamaño, dimensiones y la ubicación de la valla, entre otros; una vez que se tienen en cuenta las especificaciones del cliente, se procede a realizar el diseño y plano de la valla publicitaria con la ayuda de un software especializado para diseño; posteriormente se procede a imprimir el plano de la valla, esto permitirá que se pueda utilizar en todas las áreas, lo que asegurará que se ajuste a las especificaciones originales del cliente.

Corte

El área de corte es un paso importante en el proceso de construcción de una valla publicitaria, ya que es donde se preparan las piezas necesarias para la estructura, para ello, se utilizan diferentes herramientas y maquinarias especializadas, como sierras y cortadoras de metal, que permiten cortar y dar forma a las piezas según las especificaciones del plano de la valla, es importante que las piezas se corten con precisión, ya que esto asegurará que encajen perfectamente y que la valla tenga una estructura sólida y resistente.

Ensamblado

En esta fase, las piezas previamente cortadas se unen para formar la estructura final de la valla con la utilización de taladro eléctrico, sierra eléctrica, soldadora, entre otras herramientas, el ensamblado es una etapa crítica en la construcción de una valla publicitaria, ya que una mala unión de las piezas o un ensamblado incorrecto puede debilitar la estructura y reducir su durabilidad y efectividad publicitaria.

Acabado

El primer paso en el proceso de acabado es la eliminación de cualquier imperfección en la estructura de la valla, esto puede incluir la eliminación de rebabas, grietas o cualquier otra irregularidad que pueda afectar la apariencia o la durabilidad de la estructura, para lograr esto, se utiliza una herramienta de lijado para pulir y suavizar la superficie de la valla, asegurando que esté lista para la siguiente fase del proceso de acabado; una vez que la superficie de la valla está completamente lijada, se procede a la aplicación de la pintura, antes de pintar, la valla se debe limpiar cuidadosamente para asegurarse de que no haya polvo, grasa, aceite o cualquier otro contaminante que pueda afectar la adhesión de la pintura, se aplica una imprimación para preparar la superficie de la valla para la pintura, esta se puede aplicar con una pistola rociadora, un rodillo o

un pincel, dependiendo del tamaño y la forma de la estructura de la valla, se debe aplicar la pintura en una capa uniforme y permitir que cada capa se seque completamente antes de aplicar la siguiente, finalmente, se coloca un recubrimiento protector y se inspecciona la valla para asegurarse de que no haya imperfecciones o áreas mal pintadas.

Revestido

Antes de comenzar el proceso de revestimiento, es importante asegurarse de que la estructura de la valla esté completamente limpia y libre de polvo y suciedad. Una vez que se ha verificado esto, se puede proceder a la impresión del diseño publicitario en el material requerido, esto puede implicar la impresión de la imagen en vinilo, lona u otro material de acuerdo con las especificaciones del cliente, se procede a la colocación del material impreso en la estructura de la valla publicitaria, esto se hace con cuidado y precisión para asegurarse de que la imagen esté alineada correctamente y sin arrugas o burbujas en la superficie, la colocación del material impreso puede requerir el uso de herramientas especiales para ayudar a estirar y ajustar el material para que se ajuste perfectamente a la estructura de la valla.

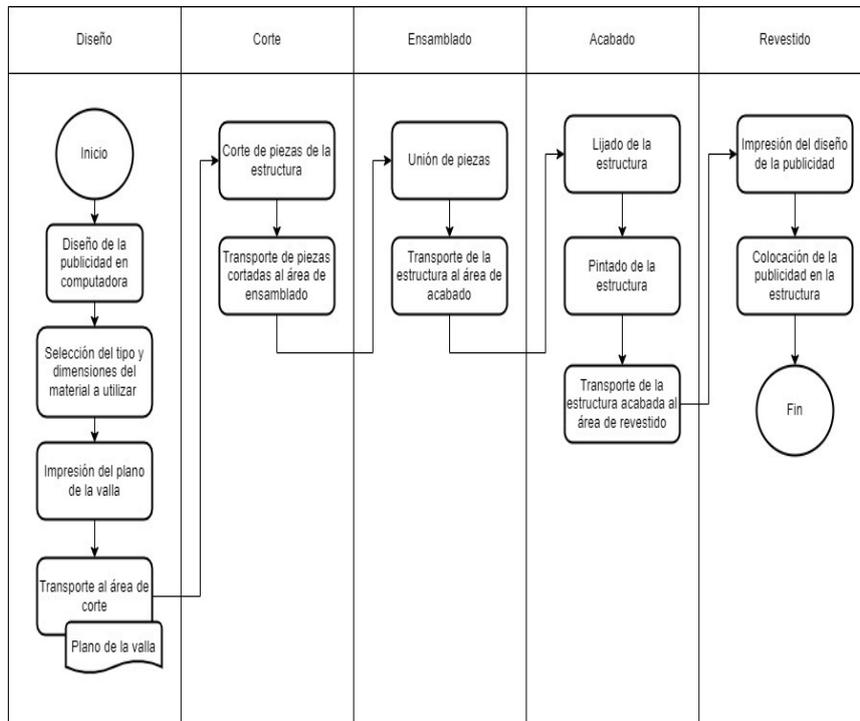
Análisis de los procesos de producción

Diagrama de flujo

Representación gráfica de los procesos de fabricación de vallas publicitarias de la empresa objeto de estudio, en donde se puede visualizar las operaciones por cada una de las fases productivas, en la **Figura 3** se observan los procesos de producción de vallas, inician desde el diseño de las vallas e impresión del plano, el cual, es trasladado para cortar los materiales en base a las dimensiones especificadas para de esta manera ensamblar las mismas, por último, se realiza los acabados y se coloca el revestimiento.

Figura 3

Diagrama de flujo de los procesos de fabricación de vallas publicitarias



Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Con el fin de determinar el tiempo promedio que dura cada actividad del proceso de fabricación de vallas publicitarias, se realizó 5 observaciones de tiempo. Según Salazar López (2019), es importante determinar la cantidad de observaciones necesarias, la precisión del estudio de tiempos dependerá en gran medida de esto, el objetivo principal de este proceso es calcular el valor promedio representativo para cada elemento del estudio, obteniendo un grado de confiabilidad de estos datos. (Salazar López, 2019), a continuación se presenta el cálculo de número de observaciones necesarias para asegurar la confiabilidad de las 5 observaciones tomadas inicialmente:

Cálculo de número de observaciones

Método estadístico (Alternativa)

La fórmula de la **Figura 4** se utiliza para calcular el número de observaciones requeridas para obtener un tiempo de reloj representativo con un cierto margen de error y nivel de riesgo:

Figura 4

Ecuación cálculo de observaciones

$$n = \left(\frac{K * \sigma}{e * x'} \right)^2$$

Donde:

e = Error expresado en forma decimal

σ = Desviación típica de la curva de la distribución

x' = Media aritmética de los tiempos

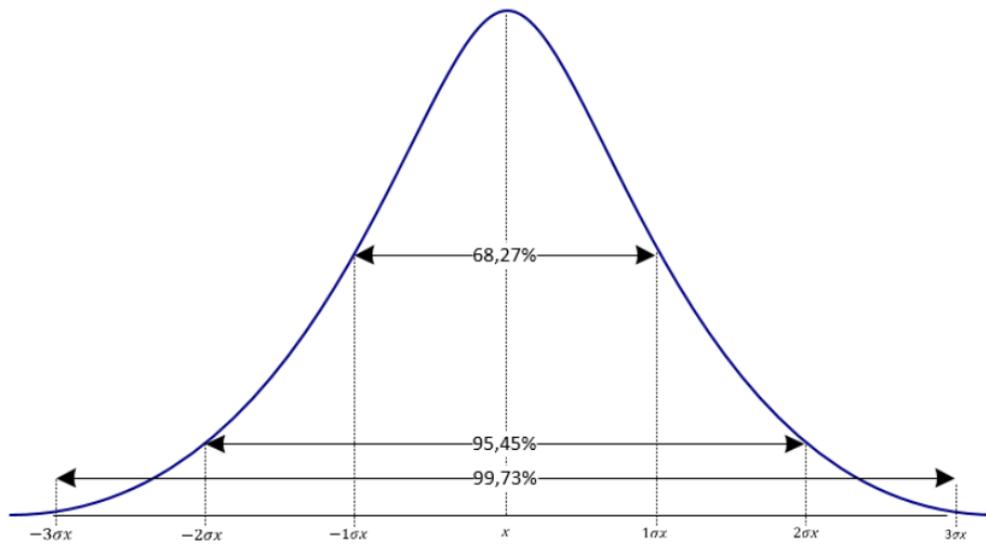
K = Coeficiente de riesgo

Nota. Obtenido de *Cálculo del número de observaciones*, por Salazar López, 2019 (<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>)

El coeficiente de riesgo K hace referencia al número de sigmas para asegurar un grado de confianza, con base en la **Figura 5** a un nivel de confianza del 95,45% corresponde un K de 2.

Figura 5

Sigma según grado de confianza



Nota. Obtenido de *Cálculo del número de observaciones*, por Salazar López, 2019 (<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>)

En la **Tabla 3** se puede visualizar el registro de tiempos de las observaciones realizadas del proceso de producción de vallas publicitarias, se realizaron cinco observaciones en minutos y se determinó el promedio (media) en realizar cada una de estas actividades.

Tabla 3

Registro de tiempos de observaciones de actividades

Actividades	Observaciones (minutos)					Promedio
	1	2	3	4	5	
Transportar los materiales desde el almacén hacia el área de diseño	30	29,5	30	32,5	28	30
Preparación de los equipos y materiales	85	96	87	95	87	90
Diseño de publicidad en computadora	90	99,45	105	99,6	101,5	99,11
Selección del tipo y dimensiones del material a utilizar	65,5	61,5	71,35	68	64	66,07
Impresión del plano de la valla	15,5	14,3	15,3	16,2	14	15,06
Transportar al área de corte	12	11,5	12,5	11,3	12,7	12
Corte de piezas de la estructura	212,3	228,4	235,3	233,55	211,5	224,21
Transporte de piezas cortadas al área de ensamblado	16,8	16,6	14,8	15,8	16	16
Unión de piezas	125	133	120,45	115,6	127,5	124,31
Transporte de la estructura al área de acabado	16,4	17	16,7	16,3	18,6	17
Lijado de la estructura	23,3	21,5	20,3	19,7	21,4	21,24
Pintado de la estructura	35,6	34,4	32,85	33,6	37,5	34,79
Secado de pintura	190,5	188,3	175,5	167,2	178,5	180
Transporte de la estructura acabada al área de revestido	14,3	14	15	13,2	13,5	14
Impresión del diseño de publicidad	24,3	25,5	22	24,8	24	24,12
Colocación de la publicidad en la estructura	37,3	34,3	32,2	34,55	33,3	34,33
Almacenamiento de valla publicitaria	20	17,8	18	20	19,2	19

Nota. Elaborado por el autor

En la **Tabla 4**, siendo: x_i = Los valores obtenidos de los tiempos de reloj y x' = la media aritmética de los tiempos de reloj; se determinó $(x-x')^2$ y la sumatoria de cada una de las observaciones, para posteriormente utilizarlo en la fórmula de la **Figura 4**.

Tabla 4

Cálculos necesarios para la ecuación

Actividades	Observaciones (minutos)					Sumatoria
	1	2	3	4	5	
	$(x-x')^2$					
Transportar los materiales desde el almacén hacia el área de diseño	0,00	0,25	0,00	6,25	4,00	10,50
Preparación de los equipos y materiales	25,00	36,00	9,00	25,00	9,00	104,00
Diseño de publicidad en computadora	82,99	0,12	34,69	0,24	5,71	123,75
Selección del tipo y dimensiones del material a utilizar	0,32	20,88	27,88	3,72	4,28	57,10
Impresión del plano de la valla	0,19	0,58	0,06	1,30	1,12	3,25
Transportar al área de corte	0,00	0,25	0,25	0,49	0,49	1,48
Corte de piezas de la estructura	141,85	17,56	122,99	87,24	161,54	531,17
Transporte de piezas cortadas al área de ensamblado	0,64	0,36	1,44	0,04	0,00	2,48
Unión de piezas	0,48	75,52	14,90	75,86	10,18	176,93
Transporte de la estructura al área de acabado	0,36	0,00	0,09	0,49	2,56	3,50
Lijado de la estructura	4,24	0,07	0,88	2,37	0,03	7,59
Pintado de la estructura	0,66	0,15	3,76	1,42	7,34	13,33
Secado de pintura	110,25	68,89	20,25	163,84	2,25	365,48
Transporte de la estructura acabada al área de revestido	0,09	0,00	1,00	0,64	0,25	1,98
Impresión del diseño de publicidad	0,03	1,90	4,49	0,46	0,01	6,91
Colocación de la publicidad en la estructura	8,82	0,00	4,54	0,05	1,06	14,47
Almacenamiento de valla publicitaria	1,00	1,44	1,00	1,00	0,04	4,48

Nota. Elaborado por el autor

En la **Tabla 5**, se determinó la desviación típica de la curva (σ), para posteriormente aplicar la fórmula de la **Figura 4** y con los aspectos determinados anteriormente se calculó el mínimo de muestras (n).

Tabla 5

Cálculo del número mínimo de muestras

Actividades	Desviación típica de la curva (σ)	Mínimo de muestras (n)
Transportar los materiales desde el almacén hacia el área de diseño	1,45	4
Preparación de los equipos y materiales	4,56	4
Diseño de publicidad en computadora	4,97	4
Selección del tipo y dimensiones del material a utilizar	3,38	4
Impresión del plano de la valla	0,81	5
Transportar al área de corte	0,54	3
Corte de piezas de la estructura	10,31	3
Transporte de piezas cortadas al área de ensamblado	0,70	3
Unión de piezas	5,95	4
Transporte de la estructura al área de acabado	0,84	4
Lijado de la estructura	1,23	5
Pintado de la estructura	1,63	4
Secado de pintura	8,55	4
Transporte de la estructura acabada al área de revestido	0,63	3
Impresión del diseño de publicidad	1,18	4
Colocación de la publicidad en la estructura	1,70	4
Almacenamiento de valla publicitaria	0,95	4

Nota. Elaborado por el autor

Como se puede visualizar en la **Tabla 5**, el mínimo de muestras para asegurar el grado de confianza de las observaciones realizadas no supera las 5 observaciones, esto quiere decir que estas observaciones son suficientes para realizar el estudio.

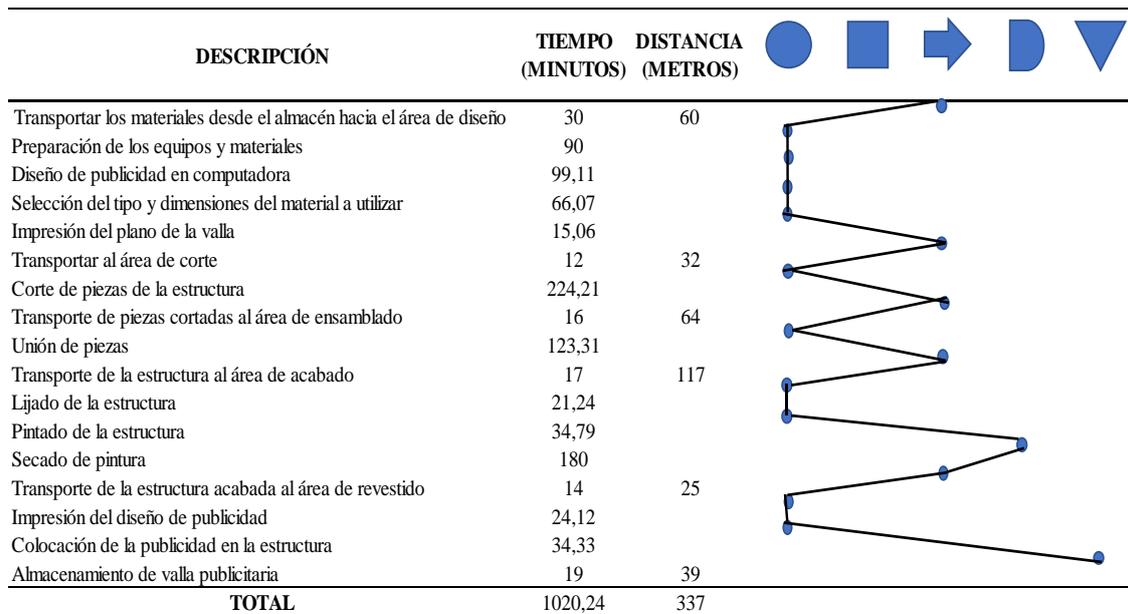
Cursograma de actividades

En la **Figura 6** se visualiza el cursograma de actividades del proceso de fabricación de vallas publicitarias de la empresa en cuestión, se detalla el tiempo de

cada actividad y la distancia recorrida entre áreas, estos datos fueron obtenidos mediante toma de tiempos y se encuentran en el **Anexo 1**.

Figura 6

Cursograma de actividades general de los procesos



Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Figura 7

Resumen del cursograma de actividades general de los procesos

RESUMEN			
Actividad		Cantidad	Tiempo
Operación	●	9	642,24
Inspección	■	0	0
Transporte	➔	4	89
Espera	◐	1	270
Almacenamiento	▼	1	19
		15	1020,24

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

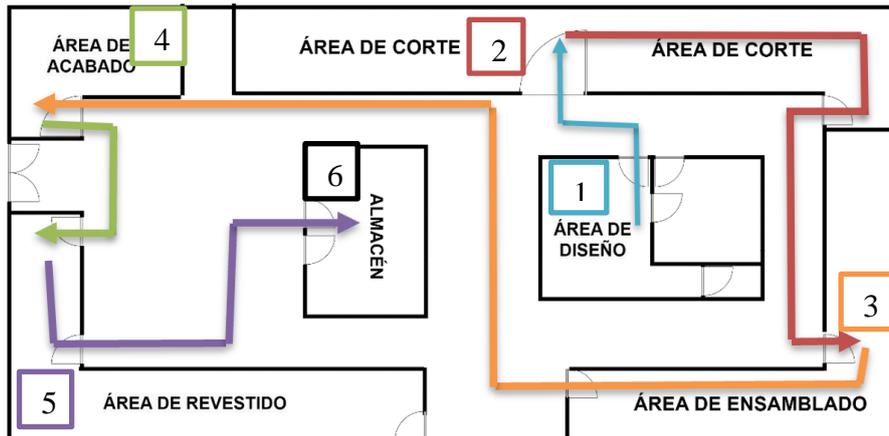
Las actividades se realizan en 1020,24 minutos laborales, la mayor parte de tiempo se utiliza en las operaciones, seguido por un tiempo de espera perteneciente al secado de pintura, ver **Figura 7**.

De igual manera se observa en la **Figura 8** el recorrido por las distintas áreas de la empresa para llevar a cabo los procesos.

Layout actual

Figura 8

Layout del área de producción



Nota. Los números indican los procesos y el orden de ejecución, y las flechas el flujo.

Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Diagrama del proceso de Diseño

Figura 9

Diagrama del proceso de Diseño

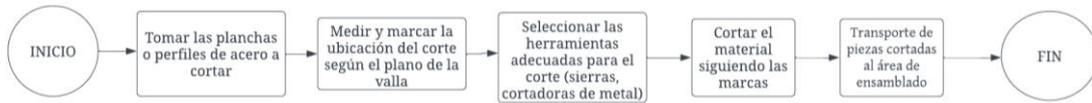


Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Diagrama del proceso de Corte

Figura 10

Diagrama del proceso de corte

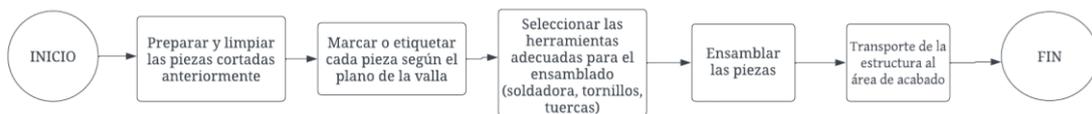


Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Diagrama del proceso de Ensamblado

Figura 11

Diagrama del proceso de ensamblado

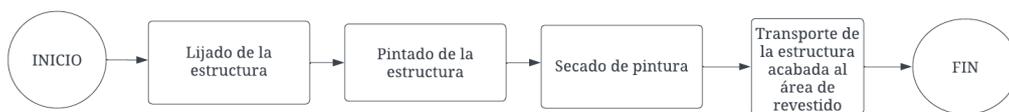


Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Diagrama del proceso de Acabado

Figura 12

Diagrama del proceso de Acabado

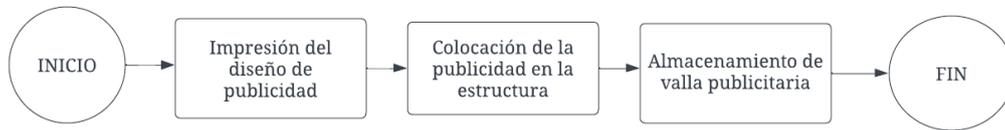


Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Diagrama del proceso de Revestido

Figura 13

Diagrama del proceso de Revestido



Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Cursograma de actividades del proceso de Diseño

Figura 14

Cursograma de actividades del proceso de Diseño

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MINUTOS)	DISTANCIA (METROS)	●	■	➔	◐	▼
Diseño de publicidad en software especializado	99,11		●				
Selección del tipo y dimensiones del material a utilizar	66,07		●				
Impresión del plano de la valla	15,06		●				
Transportar al área de corte	12	32			➔		
TOTAL	192,24	32,00					

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

En la **Figura 14** se puede visualizar el cursograma de actividades del proceso de diseño en el que se detalla las actividades con un tiempo de ejecución de 192,24 minutos y una distancia recorrida de 32 metros.

Figura 15

Resumen del cursograma de actividades del proceso de Diseño

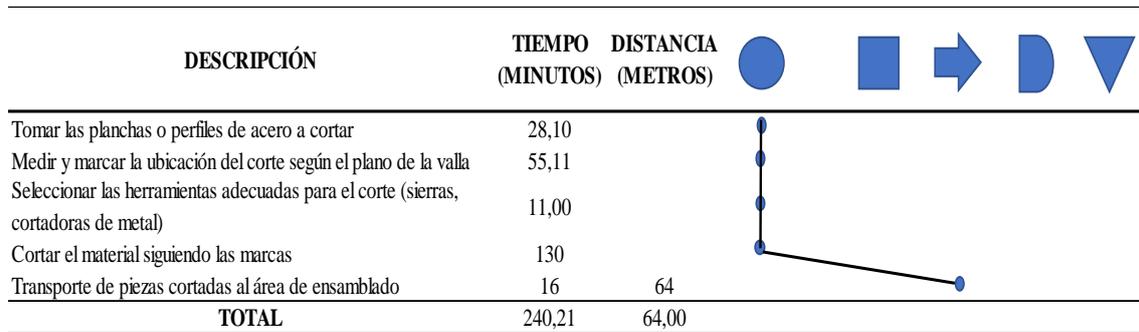
RESUMEN			
Actividad	●	■	➔
Operación	4		
Inspección	0		
Transporte	0		
Espera	1		
Almacenamiento	0		
	5		
			192,24

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Cursograma de actividades del proceso de Corte

Figura 16

Cursograma de actividades del proceso de corte



Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

En la **Figura 16** se puede visualizar el cursograma de actividades del proceso de corte en el que se detalla las actividades con un tiempo de ejecución de 240,21 minutos y una distancia recorrida de 64 metros.

Figura 17

Resumen del cursograma de actividades del proceso de corte

RESUMEN			
Actividad	●	Cantidad	Tiempo
Operación	●	4	224,21
Inspección	■	0	0
Transporte	➔	1	16,00
Espera	◐	0	0
Almacenamiento	▼	0	0
		5	240,21

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Cursograma de actividades del proceso de Ensamblado

Figura 18

Cursograma de actividades del proceso de ensamblado

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MINUTOS)	DISTANCIA (METROS)	●	■	➔	◐	▼
Preparar y limpiar las piezas cortadas anteriormente	13,20		●				
Marcar o etiquetar cada pieza según el plano de la valla	5,11		●				
Seleccionar las herramientas adecuadas para el ensamblado (soldadora, tornillos, tuercas)	7,00		●				
Ensamblar las piezas	98		●				
Transporte de la estructura al área de acabado	17	117			➔		
TOTAL	140,31	117,00					

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

En la **Figura 18** se puede visualizar el cursograma de actividades del proceso de corte en el que se detalla las actividades con un tiempo de ejecución de 140,31 minutos y una distancia recorrida de 117 metros.

Figura 19

Resumen del cursograma de actividades del proceso de ensamblado

RESUMEN			
Actividad		Cantidad	Tiempo
Operación	●	4	123,31
Inspección	■	0	0
Transporte	➔	1	17
Espera	◐	0	0
Almacenamiento	▼	0	0
		5	140,31

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Cursograma de actividades del proceso de Acabado

Figura 20

Cursograma de actividades del proceso de Acabado

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MINUTOS)	DISTANCIA (METROS)	●	■	➔	◐	▼
Lijado de la estructura	21,24		●				
Pintado de la estructura	34,79		●				
Secado de pintura	180						
Transporte de la estructura acabada al área de revestido	14	25			➔		
	250,03	25,00					

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

En la **Figura 20** se puede visualizar el cursograma de actividades del proceso de acabado en el que se detalla las actividades con un tiempo de ejecución de 250,03 minutos y una distancia recorrida de 25 metros.

Figura 21

Resumen del cursograma de actividades del proceso de Acabado

RESUMEN			
Actividad		Cantidad	Tiempo
Operación	●	2	56,03
Inspección	■	0	0
Transporte	➔	1	14
Espera	◐	1	180
Almacenamiento	▼	0	0
		4	250,03

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Cursograma de actividades del proceso de Revestido

Figura 22

Cursograma de actividades del proceso de Revestido

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MINUTOS)	DISTANCIA (METROS)	●	■	➔	◐	▼
Impresión del diseño de publicidad	24,12		●				
Colocación de la publicidad en la estructura	34,33		●				
Almacenamiento de valla publicitaria	19	39					▼
	77,45	39,00					

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

En la **Figura 22** se puede visualizar el cursograma de actividades del proceso de corte en el que se detalla las actividades con un tiempo de ejecución de 77,45 minutos y una distancia recorrida de 39 metros.

Figura 23

Resumen del cursograma de actividades del proceso de Revestido

RESUMEN			
	Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	●	2	58,45
Inspección	■	0	0
Transporte	➔	0	0
Espera	◐	0	0
Almacenamiento	▼	1	19
		3	77,45

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Finalmente, una vez analizado cada proceso y sus tiempos, se determinó que el tiempo total del proceso es de 1020,24 minutos; siendo 732,24 minutos de operaciones y 288 minutos de tiempo de espera, transporte y almacenamiento, con el fin de reducir este último, se propone la herramienta SMED que es una herramienta que radica en reducir el tiempo de cambio de una máquina o proceso reducir los tiempos de cambio de herramientas en los procesos de producción.

Defectos en producción inicial

En la **Tabla 6** se puede observar un resumen del porcentaje de defectos en la producción de vallas publicitarias del año 2021, la empresa mantiene la fuente de estos datos privada. En la **Figura 24** se visualiza que la mayor cantidad de defectos se encuentra en los procesos de Corte y Ensamblado, con un 23% y 21% respectivamente.

Tabla 6

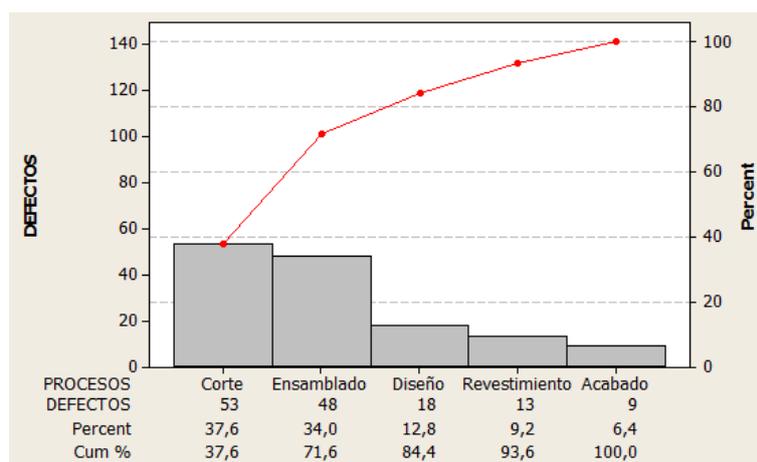
Defectos en producción de vallas publicitarias 2021

DEFECTOS EN PRODUCCIÓN DE VALLAS PUBLICITARIAS 2021			
PROCESOS	DEFECTOS (unidades/año)	PRODUCCIÓN (unidades/año)	PORCENTAJE
Diseño	18	240	8%
Corte	53	233	23%
Ensamblado	48	229	21%
Acabado	9	227	4%
Revestimiento	13	225	6%

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Figura 24

Diagrama de Pareto de defectos en unidades producidas anualmente



Nota. Elaborado por el autor

Análisis de los procesos críticos

Una vez analizada la **Figura 24**, se evidencia que los procesos más críticos son los de Corte y Ensamblado, por esto, se ha visto la necesidad de que las herramientas a implementar se centren en estos dos procesos, una vez concluido el desarrollo de este modelo, lo ideal es que en un futuro sirva como base para la implementación en el resto de las áreas.

Defectos en el proceso de corte

Tabla 7

Defectos en el proceso de corte del año 2021

Lista de defectos	Frecuencia (unidades/año)	Porcentaje
Dimensiones incorrectas	33	62,26%
Deformación de las piezas	20	37,74%
Total	53	100,00%

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Defectos en el proceso de ensamblado

Tabla 8

Defectos en el proceso de ensamblado del año 2021

Lista de defectos	Frecuencia (unidades/año)	Porcentaje
Desalineación de las piezas	39	81,25%
Unión incorrecta de las piezas	9	18,75%
Total	48	100,00%

Nota. Extraído de la empresa de vallas publicitarias, elaborado por el autor

Identificación de las causas de los defectos del proceso de corte

Para la identificación de las causas de los defectos en el proceso de corte se realizó un Ishikawa se puede evidenciar en la **Figura 25**, se analizaron las 6M y las posibles causas fueron encontradas en:

Medición: Instrumentos de medición inadecuados

Método: Plano con medidas incorrectas

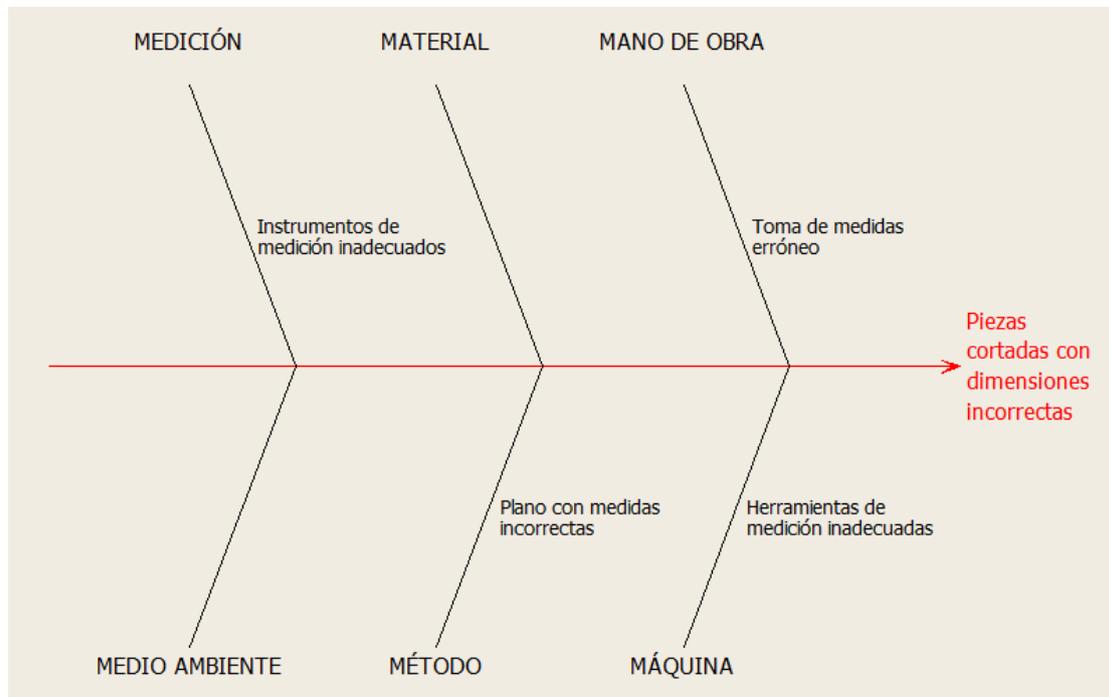
Mano de obra: Toma de medidas erróneo

Máquina: Herramientas de medición inadecuadas

Material y Medio ambiente: No se encontraron causas

Figura 25

Ishikawa de Piezas cortadas con dimensiones incorrectas



Nota. Elaborado por el autor

En la **Figura 26**, se analizaron las 6M y las posibles causas fueron encontradas en:

Método: Procedimiento inadecuado

Mano de obra: Inexperiencia del operario

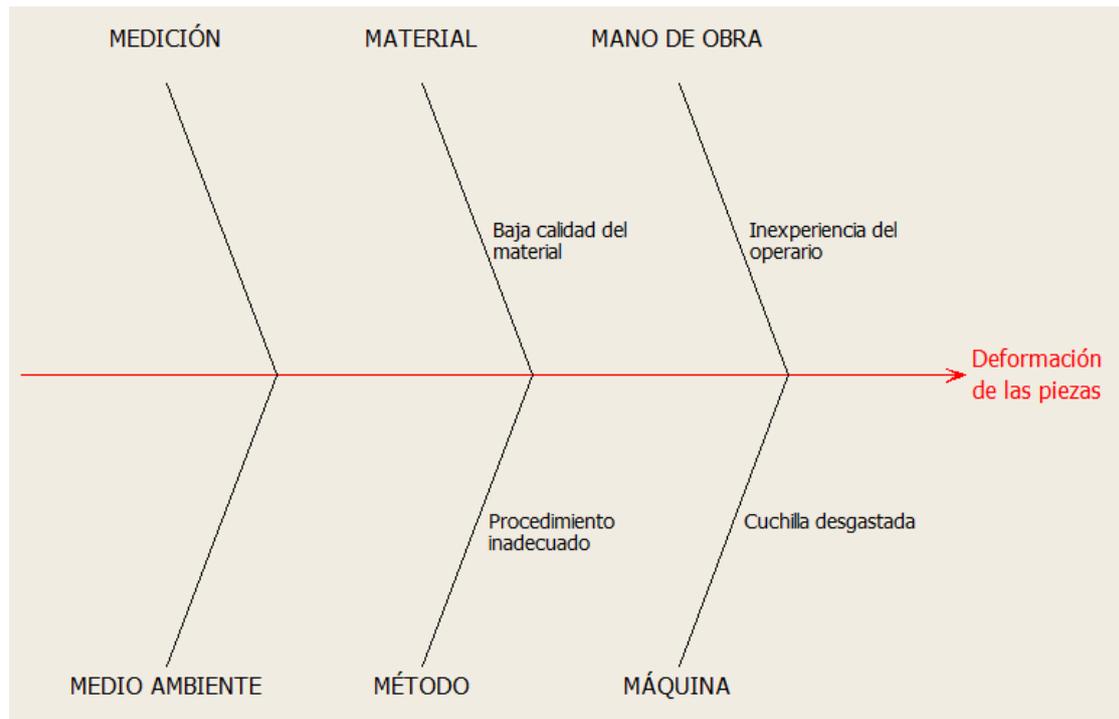
Material: Baja calidad del material

Máquina: Cuchilla desgastada

Medición y Medio ambiente: No se encontraron causas

Figura 26

Ishikawa de Deformación de las piezas



Nota. Elaborado por el autor

Identificación de las causas de los defectos del proceso de ensamblado

Para la identificación de las causas de los defectos en el proceso de ensamblado se realizó un Ishikawa se puede evidenciar en la **Figura 27**, se analizaron las 6M y las posibles causas fueron encontradas en:

Medición: Falta de inspección en el proceso

Mano de obra: Falta de comunicación entre colaboradores

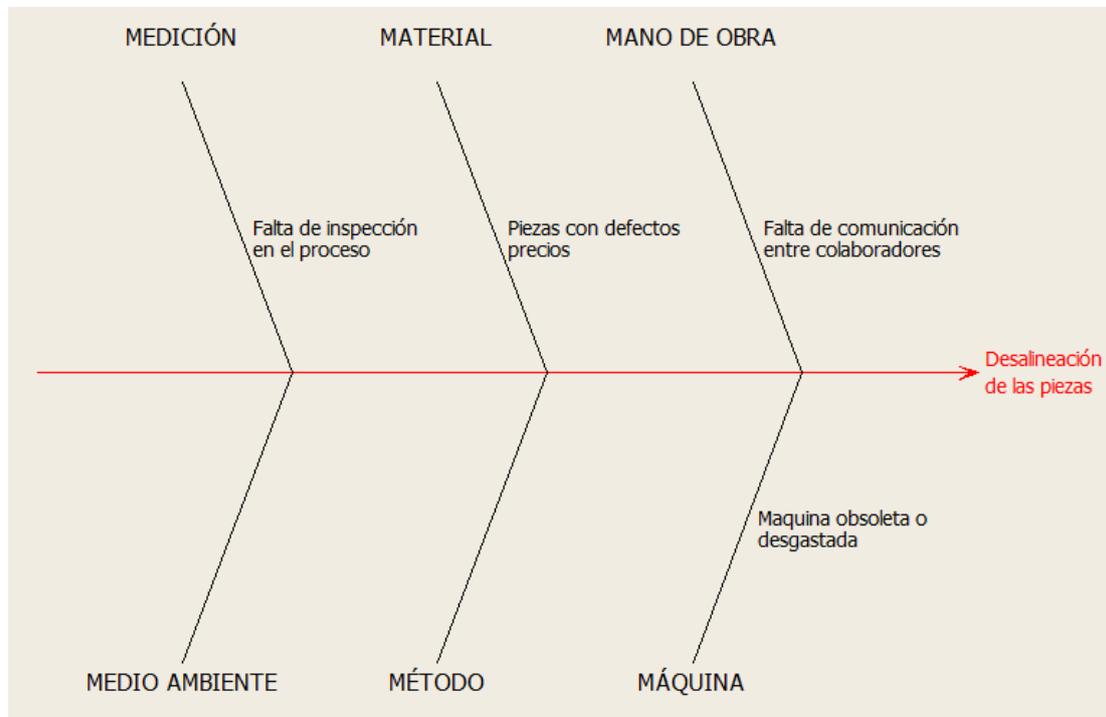
Material: Piezas con defectos precios

Máquina: Maquina obsoleta o desgastada

Medio ambiente y Método: no se encontraron causas

Figura 27

Ishikawa Desalineación de las piezas



Nota. Elaborado por el autor

En la **Figura 28**, se analizaron las 6M y las posibles causas fueron encontradas en:

Método: Incumplimiento de los procedimientos

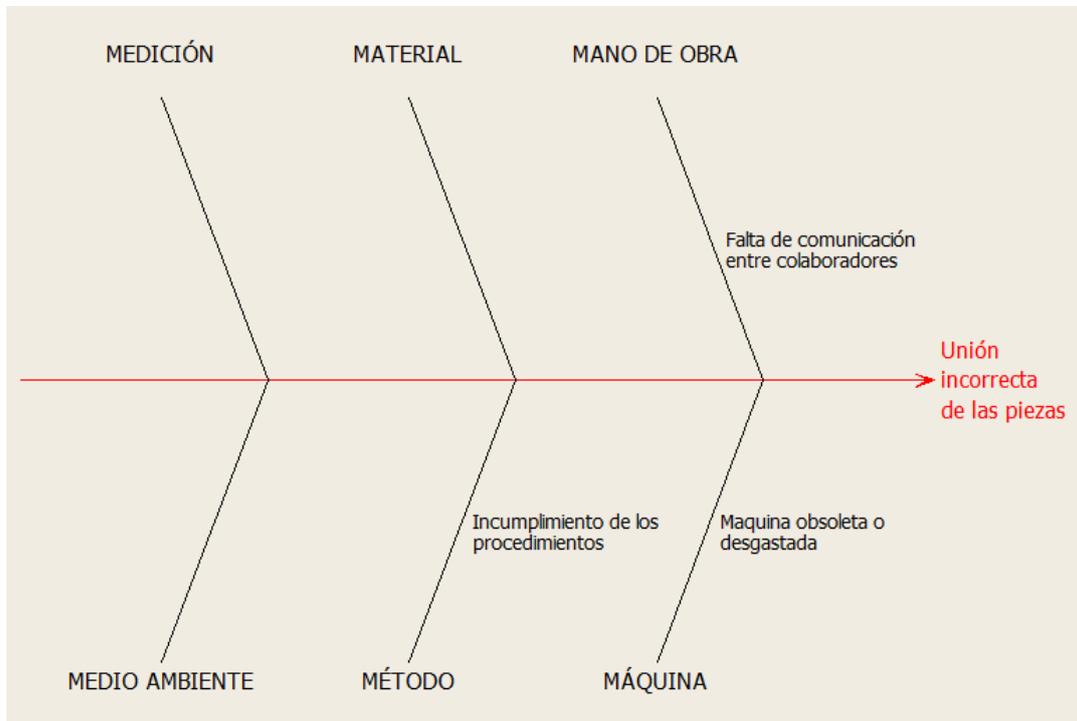
Mano de obra: Falta de comunicación entre colaboradores

Máquina: Maquina obsoleta o desgastada

Medición, material y medio ambiente: no se encontraron causas

Figura 28

Ishikawa Unión incorrecta de las piezas



Nota. Elaborado por el autor

Selección de herramientas Lean para la implementación

Una vez identificadas las causas de los defectos del proceso de corte y ensamblado, se analizó las herramientas Lean con las que se podría solucionar estos problemas como se puede observar en la **Tabla 9**.

Tabla 9

Selección de herramientas para la implementación

	6M					Herramientas Lean			
	MÉTODO	MANO DE OBRA	MEDICIÓN	MATERIAL	MEDIO AMBIENTE	MÁQUINA	JIDOKA	KANBAN	5S
DEFECTOS	CORTE								
	Piezas cortadas con dimensiones incorrectas	Plano con medidas incorrectas	Toma de medidas erróneo	Instrumentos de medición inadecuados		Herramientas de medición inadecuadas	x		x
	Deformación de las piezas	Procedimiento inadecuado	Inexperiencia del operario		Baja calidad del material	Cuchilla desgastada	x	x	
	ENSAMBLADO								
	Desalineación de las piezas		Falta de comunicación entre colaboradores	Falta de inspección en el proceso	Piezas con defectos precios	Maquina obsoleta o desgastada	x	x	x
	Unión incorrecta de las piezas	Incumplimiento de los procedimientos	Falta de comunicación entre colaboradores			Maquina obsoleta o desgastada	x	x	x

Nota. Elaborado por el autor.

A continuación, se realizó un análisis de cada defecto y las herramientas con las que se podría solucionar algunas de sus causas. Según CEUPE Magazine (2023) La herramienta Jidoka se utiliza en la metodología Lean manufacturing para obtener operarios polivalentes y autónomos capaces de solventar pequeñas averías en las máquinas en el momento en que se producen, la implementación de la herramienta Kanban ayuda para que la comunicación fluya de manera directa y eficiente a todos los niveles de la planta, y se optimiza el tiempo destinado al intercambio de información entre las personas integrantes.(CEUPE Magazine, 2018)

- Para las piezas cortadas con dimensiones incorrectas se detectó que para la toma de medidas erróneo podría solucionarse con la técnica de semáforo Jidoka, ya que, este es un control visual que ayuda a evitar errores durante el proceso, por otro lado, en los defectos por instrumentos de medición inadecuados y las herramientas de medición inadecuadas, se propone un manual 5s, el mismo ayuda a evitar que existan herramientas obsoletas, desgastadas o inadecuadas en las áreas de trabajo.

- Para la deformación de las piezas se detectó que, para el defecto de la cuchilla desgastada, se propone un manual 5s, el mismo ayuda a evitar que existan herramientas obsoletas, desgastadas o inadecuadas en las áreas de trabajo.
- Para la desalineación de las piezas, se detectó que el defecto de falta de comunicación entre colaboradores podría solucionarse con la técnica del tablero Kanban, ya que, este es un control visual que ayuda a mantener orden en los procesos y debe ser visible para que todos los operarios estén en función de colaborar y comunicarse entre procesos, para el defecto de falta inspección en el proceso se propone la herramienta Jidoka que puede ser un método de inspección y ayuda a evitar errores durante el proceso, por otro lado, en los defectos por máquina obsoleta o desgastada se propone un manual 5s, el mismo ayuda a evitar que existan estas.
- Para la unión incorrecta de las piezas, se detectó que el defecto de incumplimiento de los procedimientos y la falta de comunicación entre colaboradores podría solucionarse con la técnica del tablero Kanban, ya que, este es un control visual que ayuda a mantener orden en los procesos y debe ser visible para que todos los operarios estén en función de colaborar y comunicarse entre procesos, los defectos por máquina obsoleta o desgastada se propone un manual 5s, el mismo ayuda a evitar que existan estas.

Área de estudio

Tabla 10

Área de estudio

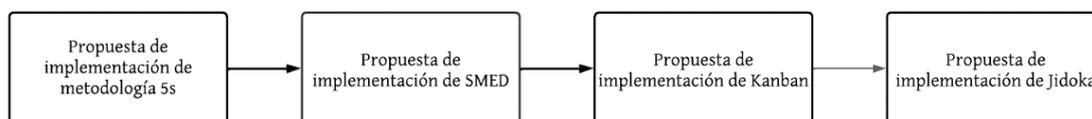
Dominio	Tecnología y sociedad
Línea de investigación	Sistemas industriales
Sub-Línea de investigación	Modelado de sistemas industriales, permite identificar y caracterizar un sistema industrial con el objetivo de optimizarlo.
Campo	Ing. Industrial
Área	Gestión de la calidad
Aspectos	Optimización de procesos mediante la implementación de técnicas Lean manufacturing.
Objeto de estudio	Modelo lean manufacturing en una empresa de vallas publicitarias de la ciudad de Quito.
Periodo de análisis	2022-Octubre a 2023-Febrero

Nota. Elaborado por el autor.

Modelo Operativo

Figura 29

Modelo Operativo



Nota. Elaborado por el autor

En la **Figura 29** se puede visualizar el modelo operativo de este proyecto, el primer paso es la propuesta de implementación de la metodología 5s, para esto se propone realizar un manual 5s en el que se detalle cada uno de los pasos que deben realizar los colaboradores con respecto a la clasificación, organización, limpieza, estandarización y el mantener y seguir mejorando; el segundo paso es la propuesta de implementación de SMED, para esto se debe analizar los tiempos entre procesos, se clasifican las actividades en internas y externas, se propone reducir las actividades externas y lograr convertirlas en internas; el tercer paso es la propuesta de implementación de Kanban

para mejorar la comunicación entre los colaboradores, en la que se plantea realizar un tablero basado en el sistema de tarjetas Kanban, finalmente, para la implementación de Jidoka, se propone un semáforo Jidoka que ayuda como método de inspección y así reducir los defectos.

CAPITULO III

Propuesta y resultados esperados

Desarrollo de la propuesta

Una vez identificadas las oportunidades de mejora, a continuación, se presentan las herramientas con las que se dará cumplimiento al modelo Lean manufacturing.

5S

El enfoque de las 5S se ha convertido en una herramienta popular en el mundo empresarial para mejorar la organización, limpieza y eficiencia en el lugar de trabajo, se enfoca en la eliminación del desperdicio y la mejora de la productividad mediante la creación de un ambiente de trabajo ordenado y seguro. Se ha propuesto un manual 5s para el área de producción y este se encuentra ubicado en el **Anexo 2**, en este, se proporcionará una descripción detallada de cada una de las 5S y se ofrecerán herramientas para implementarlas efectivamente en el lugar de trabajo, este manual está diseñado para ayudar a los colaboradores interesados en mejorar la eficiencia y la calidad en su lugar de trabajo, adicionalmente, este manual se realizó tomando como referencia la Guía técnica para elaboración de manuales de procedimientos de la Secretaría de Relaciones Exteriores y la estructura que se definió para este es la siguiente:

En la **Figura 30** se encuentra el encabezado que se colocará en todas las páginas de este, es la versión 1.0 y cuenta con 11 páginas.

Figura 30

Encabezado manual metodología 5s

EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS: ÁREA DE PRODUCCIÓN	
MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S	
Versión: 1.0	Pág: 1/11

Nota. Elaborado por el autor

Secciones definidas para el manual:

- Introducción y objetivo del manual
- Propósito de cada paso 5s
- Alcance
- Referencia
- Responsabilidades
- Definiciones
- Descripción de las actividades de cada paso
- Herramientas para el cumplimiento de actividades
- Diagrama de flujo y anexos

A continuación, se presentan las herramientas planteadas en el manual para la implementación de esta metodología:

Clasificación

En la **Tabla 11** se ha propuesto un formato para que cada colaborador realice una lista de sus herramientas, materiales o equipos con los que cuentan en su área de trabajo, en la columna "Utilidad" se describe la función que cumple cada elemento en el área de producción, en la columna "Frecuencia de uso" se indica la frecuencia con la que se utiliza cada elemento, lo cual ayudará a determinar su importancia en el área de trabajo, en la columna "Estado actual" se describe el estado en que se encuentra cada elemento,

lo que ayudará a tomar decisiones respecto a su clasificación, finalmente en la columna "Clasificación" se determina si el elemento es necesario y debe ser conservado, si es necesario, pero debe ser organizado o reubicado, o si no es necesario y debe ser descartado.

Tabla 11

Herramienta para la clasificación

Ítem	Utilidad	Frecuencia de uso	Estado actual	Clasificación
Herramienta 1	Cortar materiales	Muchas veces al día	Oxidado y desafilado	No necesario
Herramienta 2	Medir dimensiones	Varias veces por semana	Buen estado	Conservar
Herramienta 3	Atornillar	Algunas veces al día	Extraviada	Reubicar
Material 1	Tornillos	Muchas veces al día	Desordenado	Organizar
Material 2	Pintura	Algunas veces al año	Caducado	Descartar
Equipo 1	Sierra eléctrica	Algunas veces al día	Necesita mantenimiento	Reparar
Equipo 2	Impresora	No se usa, pero podría usarse	Desgastada	Sustituir

Nota. Elaborado por el autor

Organización

En la **Tabla 12** se ha propuesto un lugar de disposición para cada una de las herramientas, materiales o equipos definidos anteriormente, en el caso de que las mismas se utilicen muchas veces al día se deben colocar tan cerca como sea posible, si son utilizadas varias veces al día se deben colocar cerca del colaborador, si son utilizadas varias veces por semana se deben colocar cerca del área de trabajo, si son utilizadas algunas veces al mes se deben colocar en áreas comunes, si son utilizadas algunas veces al año se deben colocar en el almacén o en archivos, finalmente si no son utilizadas pero podrían usarse alguna vez se deben guardar con una etiqueta en archivo muerto o en algún espacio dedicado para este fin.

Tabla 12

Herramienta para la organización

Frecuencia de uso	Disposición
Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible
Varias veces al día	Colocar cerca del colaborador
Varias veces por semana	Colocar cerca del área de trabajo
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
Algunas veces al año	Colocar en almacén o en archivos
No se usa, pero podría usarse	Guardar etiquetado en archivo muerto o en un espacio dedicado a eso

Nota. Elaborado por el autor**Limpieza**

En la **Tabla 13** se ha desarrollado un plan de limpieza para los pisos, paredes, ventanas, máquinas, mesas de trabajo y herramientas.

Tabla 13

Herramienta para la limpieza

PLAN DE LIMPIEZA DIARIO 5S		
ÁREA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Pisos	Verificar que todos los artículos se encuentren en los lugares correspondientes, retirar los objetos que obstruyan el paso, recoger los desperdicios encontrados en el área, barrer y trapear.	Todos los colaboradores
Paredes y ventanas	Limpiar con un trapo o mopa húmeda todas las paredes y ventanas del área.	Todos los colaboradores
Máquinas	Retirar los desperdicios acumulados que puedan existir en las máquinas, limpiar el polvo o suciedad con un trapo húmedo y verificar las máquinas que necesiten mantenimiento y reportar.	Todos los colaboradores
Mesas de trabajo	Verificar que los artículos se encuentren en el lugar respectivo, limpiar el polvo o suciedad con un trapo húmedo.	Todos los colaboradores
Herramientas	Verificar que los artículos se encuentren en su lugar asignado, limpios y en buen estado. Retirar el polvo y suciedad con un trapo húmedo.	Todos los colaboradores

Nota. Elaborado por el autor

Estandarización

Para que se lleve a cabo la estandarización, es decir, que se verifique el cumplimiento de los pasos de clasificación, organización y limpieza se ha propuesto una lista de verificación, la misma debe realizarla el jefe de área cada semana, en el caso de que la actividad se cumpla se colocará un visto en el apartado Sí, caso contrario, se colocará en No y se deberá colocar una nota en el apartado de observaciones especificando las razones por las cuales no se cumple la actividad o los aspectos en los que se debería mejorar esta.

Tabla 14

Herramienta para la estandarización

Lista de verificación de actividades	Cumplimiento		Observaciones
	Sí	No	
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos son los que necesita usar diariamente en sus actividades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las herramientas, materiales y equipos se encuentran en los lugares correspondientes, no existen elementos que obstruyan el paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Los pisos, ventanas y paredes se encuentran limpios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las herramientas, materiales y equipos se encuentran limpios, sin polvo ni suciedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nota. Elaborado por el autor

Mantener y seguir mejorando

En la **Figura 31** se ha propuesto indicadores de cumplimiento y en la **Tabla 15** un plan de acción en el que se desarrollarán actividades por cada uno de los objetivos y fechas de cumplimiento. A continuación, se encuentra un ejemplo del funcionamiento del indicador propuesto, es una lista de verificación de actividades con una barra de avance de progreso, es decir, en el caso de que las actividades de la lista sean cumplidos se debe marcar el cuadro de verificación en el apartado “Sí” y la barra de avance de progreso avanzará y marcará porcentaje de cumplimiento actual, en los anexos del manual se puede encontrar el documento para la utilización de estos indicadores.

Figura 31

Ejemplo de indicadores de cumplimiento

Lista de verificación de actividades	Cumplimiento		Lista de verificación de actividades	Cumplimiento	
	Sí	No		Sí	No
AVANCE DE PROGRESO			AVANCE DE PROGRESO		
0,00%			66,67%		
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 15

Plan de acción metodología 5s

ACCIÓN	RESPONSABLE	PRIORIDAD	ESTADO	INICIO	FINAL
Objetivo n. ° 1: Clasificar					
Realizar una lista de las herramientas, materiales o equipos	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	1/5/2023	5/5/2023

necesarios para las actividades que se desarrollan en el día

Deshacerse de las herramientas, materiales o equipo innecesarios: rotos, no identificados, que no son utilizados nunca.	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	8/5/2023	12/5/2023
---	---------------------------------	------	-------------	----------	-----------

Colocar las herramientas, materiales o equipos en cada área de trabajo correspondiente	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	15/5/2023	19/5/2023
--	---------------------------------	------	-------------	-----------	-----------

Definir las herramientas, materiales o equipos que se utilizan con mayor frecuencia	Todos los colaboradores de área	MEDIA	NO EMPEZADO	22/5/2023	26/5/2023
---	---------------------------------	-------	-------------	-----------	-----------

Objetivo n. ° 2: Organizar

Designar las herramientas, materiales o equipos a cada colaborador según la función que realice el mismo.	Todos los colaboradores de área	MEDIA	NO EMPEZADO	29/5/2023	2/6/2023
---	---------------------------------	-------	-------------	-----------	----------

Colocar las herramientas, materiales o equipos que se utilicen con mayor frecuencia en un espacio cercano, visible y accesible del área de trabajo	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	5/6/2023	9/6/2023
--	---------------------------------	------	-------------	----------	----------

Organizar las herramientas, materiales o equipos según su funcionalidad	Todos los colaboradores de área	MEDIA	NO EMPEZADO	12/6/2023	16/6/2023
Objetivo n. ° 3: Limpiar					
Cumplir un plan de limpieza diario	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	19/6/2023	-
Objetivo n. ° 4: Estandarizar					
Realizar inspecciones semanales en las que se verifique el cumplimiento de las 3s anteriores: Clasificar, Organizar y Limpiar	Jefe de área	ALTA	NO EMPEZADO	26/6/2023	-
Objetivo n. ° 5: Mantener y seguir mejorando					
Programar reuniones semanales para que los colaboradores propongan ideas o planes de mejora	Jefe de área	MEDIA	NO EMPEZADO	3/7/2023	7/7/2023
Establecer los indicadores adecuados para que los colaboradores estén al tanto de la situación actual	Jefe de área	MEDIA	NO EMPEZADO	10/7/2023	14/7/2023
Colocar los indicadores en un espacio visible para todas las personas de la organización	Jefe de área	MEDIA	NO EMPEZADO	17/7/2023	21/7/2023

Nota. Elaborado por el autor

SMED

Análisis SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) es una metodología que se enfoca en reducir el tiempo de cambio de una máquina o proceso, en la **Tabla 16** se analizó las operaciones que se encuentran entre procesos, el tiempo de inicio y de fin, su duración, se determinó las actividades internas y externas, las internas se refieren a las tareas que se realizan cuando la máquina está detenida, mientras que, las externas se refieren a las tareas que se realizan mientras la máquina sigue funcionando.

Tabla 16

Análisis SMED

ANÁLISIS SMED PARA REDUCCIÓN DE TIEMPOS					
N°	OPERACIÓN	INICIO	FIN	DURACIÓN (MINUTOS)	INTERNA [I] / EXTERNA [E]
Antes del proceso					
1	Transportar los materiales necesarios desde el almacén hacia el área de diseño	00:00	30:00	30	E
2	Conectar la impresora y encenderla	30:00	40:00	10	I
3	Revisar que la impresora se encuentre configurada correctamente	40:00	75:00	35	I
4	Rellenar los cartuchos de tinta	75:00	85:00	10	I
5	Encender la computadora para realizar el diseño	85:00	100:00	15	I
6	Revisar que la computadora se encuentre configurada correctamente	100:00	120:00	20	I
Entre el proceso de Diseño y Corte					
1	Revisar y transportar el plano de la valla impreso al área de corte	00:00	12:00	12	I
Entre el proceso de Corte y Ensamblado					
1	Transportar las piezas cortadas al área de ensamblado	00:00	16:00	16	I
Entre el proceso de Ensamblado y Acabado					

1	Transportar la estructura ensamblada al área de acabado	00:00	17:00	17	I
Entre el proceso de Acabado y Revestido					
1	Secado de pintura	00:00	180:00	180	E
2	Transportar la estructura acabada al área de revestido	180:00	194:00	14	I
Final del proceso					
1	Transportar la valla publicitaria al almacén de producto terminado	00:00	19:00	19	I
TOTAL				378	

Nota. Elaborado por el autor

Este primer análisis SMED refleja una duración de las operaciones internas y externas entre procesos de 378 minutos.

Convertir las actividades internas en externas

Antes del proceso

Las actividades de esta sección son realizadas por un operario del área de mantenimiento (externo al proceso), se propone que el operario de diseño realice las siguientes actividades a la par de las actividades 2 y 3, en conjunto con el operario de mantenimiento:

- Encender la computadora para realizar el diseño
- Revisar que la computadora se encuentre configurada correctamente

Reducir las actividades externas

Antes del proceso

La actividad 1 que es transportar los materiales necesarios desde el almacén hacia el área de diseño, es realizada por un operario de almacén, se propone que esta actividad se empiece al mismo tiempo que la actividad 2.

Entre el proceso de Acabado y Revestido

Existe un tiempo de espera por secado de pintura de 180 minutos, en vista de que es necesario que la estructura pintada se encuentre lista para continuar con el proceso de revestido, en la **Figura 13** se puede evidenciar que hay una operación que corresponde a la impresión de la publicidad del diseño, se sugiere que esta se realice mientras se seca la pintura, reduciendo el tiempo de operación del proceso de revestido, sin embargo; esta reducción no se verá aplicada en el SMED, ya que la impresión no es una operación que se realice durante el cambio de proceso, pero sí se verá reflejada en el tiempo de ciclo total del proceso.

Propuesta de SMED

Tabla 17

Propuesta SMED

PROPUESTA DE SMED						
N°	OPERACIÓN		INICIO	FIN	DURACIÓN (MINUTOS)	
Antes del proceso						
1	Transportar los materiales necesarios desde el almacén hacia el área de diseño	Conectar la impresora y encenderla	Encender la computadora para realizar el diseño	00:00	30:00	30
2		Revisar que la impresora se encuentre configurada correctamente	Revisar que la computadora se encuentre configurada correctamente	30:00	65:00	35
3		Rellenar los cartuchos de tinta		65:00	75:00	10
Entre el proceso de Diseño y Corte						
1	Revisar y transportar el plano de la valla impreso al área de corte			00:00	12:00	12
Entre el proceso de Corte y Ensamblado						

1	Transportar las piezas cortadas al área de ensamblado	00:00	16:00	16
Entre el proceso de Ensamblado y Acabado				
1	Transportar la estructura ensamblada al área de acabado	00:00	17:00	17
Entre el proceso de Acabado y Revestido				
1	Secado de pintura	00:00	180:00	180
2	Transportar la estructura acabada al área de revestido	180:00	194:00	14
Final del proceso				
1	Transportar la valla publicitaria al almacén de producto terminado	00:00	19:00	19
TOTAL				333

Nota. Elaborado por el autor

En la **Tabla 17** se ha implementado las mejoras propuestas en el punto anterior, dando una duración de 333 minutos. A continuación, en la **Tabla 18** se presenta un resumen del análisis SMED y la propuesta realizada anteriormente, se puede evidenciar una reducción de 45 minutos en las operaciones.

Tabla 18

Resumen del análisis SMED

RESUMEN DEL ANÁLISIS SMED		
OPERACIONES	DURACIÓN INICIAL (MINUTOS)	DURACIÓN PROPUESTA (MINUTOS)
Antes del proceso	120	75
Entre el proceso de Diseño y Corte	12	12
Entre el proceso de Corte y Ensamblado	16	16
Entre el proceso de Ensamblado y Acabado	17	17
Entre el proceso de Acabado y Revestido	194	194
Final del proceso	19	19
TOTAL	378	333

Nota. Elaborado por el autor

KANBAN

Sistema de Tarjetas Kanban

Las tarjetas Kanban son una herramienta visual utilizada en la metodología Kanban para administrar el flujo de trabajo de un equipo, consisten en tarjetas pequeñas que representan una tarea o trabajo específico que debe realizarse. En la **Figura 32** se puede observar una propuesta de un tablero Kanban, se utilizan tarjetas en las que los colaboradores escriben la operación que se encuentran realizando, estas tarjetas se mueven a lo largo de este tablero que representa el flujo de trabajo, a medida que se realizan estas tareas. El tablero Kanban está dividido en tres columnas: “pendiente”, “en proceso (trabajando y en espera)” y “completado”, cada tarea se representa con una tarjeta que se coloca en la columna “pendiente” cuando se agrega al tablero, a medida que se trabaja en la tarea, se mueve a la columna “en proceso” y, finalmente, a la columna “completado” una vez que se termina. El objetivo principal de las tarjetas Kanban es visualizar el flujo de trabajo y proporcionar un proceso claro y definido para que el equipo lo siga, al tener un registro visual de las tareas, se puede identificar fácilmente qué tareas están en espera y cuáles se están trabajando actualmente, con la implementación de esta herramienta se verá una mejora significativa en la comunicación entre los colaboradores, se propone la implementación del tablero en los procesos de corte y ensamblado, se utilizaran tarjetas de color rojo para corte y azul para ensamblado como se puede visualizar en el ejemplo propuesto en la **Figura 33**.

Figura 32

Tablero Kanban

MÉTODO KANBAN			
PENDIENTE	EN PROCESO		COMPLETADO
	TRABAJANDO	EN ESPERA	

Nota. Elaborado por el autor

Figura 33

Ejemplo de tablero Kanban

MÉTODO KANBAN			
PENDIENTE	EN PROCESO		COMPLETADO
	TRABAJANDO	EN ESPERA	
Ensamblado de piezas 1, 2, 3, 4 y 5	Corte de pieza 2 y 3	Corte de piezas 4 y 5	Pieza 1 cortada

Nota. Elaborado por el autor

JIDOKA

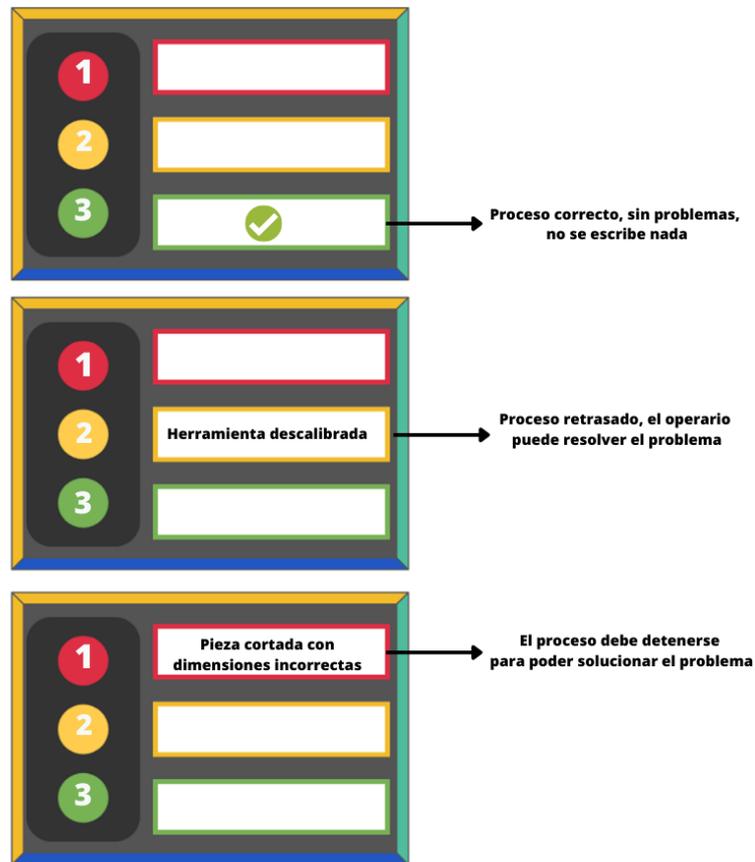
Jidoka permite a los colaboradores detectar y corregir rápidamente los problemas, evitando la producción de productos defectuosos o la interrupción de la producción.

Técnica del semáforo

El semáforo es una herramienta utilizada para implementar el jidoka, se propone colocar una pizarra en la que se encuentre el semáforo con un espacio para que los colaboradores describan la situación del proceso como se puede visualizar en la **Figura 34**, esta pizarra se debe colocar en la estación de corte y ensamblado, en la sección de color verde en el punto 3 del semáforo no se debe escribir nada cuando todo esté funcionando sin problemas, en la sección de color amarilla en el punto 2 del semáforo se debe escribir cuando la proceso se esté retrasando, pero el operario está en capacidad de resolver el problema sin necesidad de parar el proceso, finalmente, en la sección de color roja en el punto 1 del semáforo se debe escribir si hay algún problema y las actividades del proceso deberán detenerse inmediatamente, la detección del problema puede ser causada por dos factores, un error en la máquina o que los operarios noten algún inconveniente en el proceso de producción, esto ayuda a garantizar que la calidad de los productos sea alta y que se minimice el tiempo de inactividad de la producción.

Figura 34

Pizarra para semáforo



Nota. Elaborado por el autor

Resultados esperados

Para los resultados esperados se ha tomado en cuenta la reducción de tiempo del proceso completo y la reducción del porcentaje de defectos en el proceso de corte y ensamblado. En la **Tabla 19** se encuentra detallado el tiempo del proceso completo que es de 1020,24 minutos, con la implementación de la herramienta SMED se espera que se reduzca el tiempo del proceso 69,12 minutos, dando como resultado 951,12 minutos en el nuevo proceso. En la **Tabla 6** se encuentra el porcentaje de defectos encontrados en los procesos de corte y ensamblado en el año 2021, con la implementación de las herramientas de 5s, Kanban y Jidoka, se espera que los defectos en el proceso de corte por las Piezas cortadas con dimensiones incorrectas se reduzcan de un 62,26% a un

15,57% y por la Deformación de las piezas se reduzcan de un 37,74% a un 28,30%, por otro lado, se espera que los defectos en el proceso de ensamblado por la Desalineación de las piezas se reduzcan de un 20,31% a un 81,25% y por la Unión incorrecta de las piezas se elimine el porcentaje de defectos.

Tabla 19

Resultados esperados en reducción de tiempo del proceso

	Tiempo en minutos	Porcentaje
Proceso completo	1020,24	100,00%
Proceso aplicando herramienta SMED	951,12	93,23%
Ahorro de tiempo	69,12	6,77%

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 20

Resultados esperados en reducción del porcentaje de defectos

			SITUACIÓN ACTUAL	RESULTADOS ESPERADOS
DEFECTOS	CORTE	Piezas cortadas con dimensiones incorrectas	62,26%	15,57%
		Deformación de las piezas	37,74%	28,30%
	ENSAMBLADO	Desalineación de las piezas	81,25%	20,31%
		Unión incorrecta de las piezas	18,75%	0,00%

Nota. Elaborado por el autor

Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta

En la **Tabla 21** se puede visualizar el desarrollo del cronograma de implementación, los recursos, el tiempo y los colaboradores necesarios, por otro lado, en la **Figura 35** se encuentra el diagrama de Gantt con las actividades y los plazos asignados para esta propuesta.

Tabla 21

Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta

Desarrollo del cronograma de implementación	Recursos	Tiempo	Colaboradores			
			Gerente	Jefe de prod.	Operadores	Presentador
Exposición de la propuesta al jefe de producción de la planta	Una presentación visual y computadora del presentador (propia)	1 día, de los que se invierte 2 h		1		1
Aprobación de la propuesta en la empresa	-	5 días, de los que se invierten 2h en total	1	1		
Socialización de la propuesta con los colaboradores de la empresa	Se socializará la propuesta y los objetivos propuestos a los involucrados mediante una exposición	Un proyector, computadora (propia) y un espacio adecuado dentro de la empresa		1	16	1

Implementación de la primera herramienta propuesta	Consiste en la implementación del manual 5s	Computador, mopa, trapo, escoba y recogedor, desinfectante, fundas negras de basura	25 días, de los que se invierten 5 horas en total	1	16	1
Implementación de la segunda herramienta propuesta	Consiste en la implementación del SMED	-	1 día, de los que se invierten 3h	1	18	1
Implementación de la tercera herramienta propuesta	Consiste en la implementación del Kanban	Tablero, notas adhesivas	1 día, de los que se invierten 3h	1	16	1
Implementación de la cuarta herramienta propuesta	Consiste en la implementación del Jidoka	Pizarra con semáforo	1 día, de los que se invierten 3h	1	16	1

Nota. Elaborado por el autor

Análisis de costos

Con base en los recursos y tiempo analizado en la **Tabla 21** y una breve investigación de costos del mercado que se encuentran ubicados en el **Anexo 3** se calculó los valores que se muestran a continuación:

Tabla 22

Análisis de costos

Análisis de costos	Recursos		Colaboradores
Exposición de la propuesta al jefe de producción de la planta	Una presentación visual y computadora del presentador (propia)	\$ 13,90	\$ 34,50
Aprobación de la propuesta en la empresa	-	\$ -	\$ 71,43
Socialización de la propuesta con los colaboradores de la empresa	Un proyector, computadora (propia) y un espacio adecuado dentro de la empresa	\$ 25,00	\$ 162,84
Implementación de la primera herramienta propuesta	Computadora, mopa, trapo, escoba y recogedor, desinfectante, fundas negras de basura	\$ 225,00	\$ 407,11
Implementación de la segunda herramienta propuesta	-	\$ -	\$ 268,33
Implementación de la tercera herramienta propuesta	Tablero, notas adhesivas	\$ 120,58	\$ 244,27
Implementación de la cuarta herramienta propuesta	Pizarra con semáforo	\$ 36,00	\$ 244,27
	Subtotal	\$ 420,48	\$ 1.432,75
	Total	\$	1.853,22

Nota. Elaborado por el autor

En la **Tabla 22** se presenta el análisis de costos de la propuesta, la implementación costaría aproximadamente \$ 1.853,22 tomando en cuenta que todos los operarios reciben un sueldo de \$450, el jefe de producción \$1200, el gerente \$3000 y el presentador \$800, se ha calculado el costo de la hora de trabajo de cada uno de estos colaboradores, este análisis se encuentra ubicado en el **Anexo 4**.

CAPITULO IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Una vez realizadas las observaciones y determinado el tiempo total del proceso, en la **Figura 7** se observa un tiempo de operaciones de 642,24 minutos y un tiempo de transporte, espera y almacenamiento de 378 minutos, se encontró una oportunidad de mejora que radique en de reducir este último tiempo; por otro lado, se ha encontrado otra oportunidad de mejora en el aspecto de calidad, en la **Figura 24** se pudo evidenciar que el 80% de los defectos presentados en las piezas se concentran en los procesos de corte y ensamblado, por lo que estos se definen como procesos críticos en los que se concentrará la implementación de la mayoría de técnicas Lean.
- Se realizó una investigación bibliográfica sobre las herramientas lean y sus aplicaciones, se determinó que para el aspecto de tiempos, con el fin de reducir los 378 minutos causados por espera, almacenamiento y transporte, se propuso la herramienta SMED para que sea aplicada entre los tiempos de cada proceso; por otro lado, tomando en cuenta el aspecto de la calidad, en la **Tabla 9** se planteó las herramientas que podrían solucionar las causas de los defectos, las técnicas seleccionadas fueron: la metodología 5s se propuso que se aplique en todos los procesos, mientras que, las herramientas Kanban y Jidoka en los procesos críticos (corte y ensamblado).
- Se propuso el modelo Lean manufacturing con las técnicas Lean identificadas previamente, para la herramienta SMED, se realizó un análisis de tiempos de preparación y entre los procesos, en la **Tabla 18** se puede visualizar los tiempos

de duración inicial y de duración propuesta, logrando una reducción de 45 minutos en la propuesta, y 69,12 minutos en el proceso total, se desarrolló un manual de la metodología 5s para que sea implementado en todos los procesos para evitar los defectos causados por máquinas obsoletas o desgastadas y para establecer un ambiente de trabajo limpio, organizado y eficiente, el sistema de tarjetas Kanban que consistió en la implementación de un sistema visual para controlar el flujo de trabajo y optimizar los procesos, la propuesta de esta herramienta se realizó con el fin reducir los defectos causados por la falta de comunicación entre los colaboradores o el incumplimiento de los procedimientos, finalmente, con la técnica del semáforo de Jidoka se estableció un mecanismo de detección de errores en el proceso con el fin de reducir los defectos causados por la falta de inspección en el proceso, con estas 3 herramientas (5s, Kanban, Jidoka) se logró reducir los defectos en el proceso de corte un promedio de 21,93% y en el proceso de ensamblado un promedio de 10,16%.

Recomendaciones

- Después de implementar la propuesta, es conveniente volver a analizar los procesos para evaluar la eficacia de las herramientas utilizadas durante estos e identificar otras posibles oportunidades de mejora.
- Además de la implementación del modelo, es conveniente considerar la incorporación de otras técnicas de Lean que puedan contribuir a la optimización de los procesos, también es importante que se realice la identificación de causas de los defectos en los procesos de Diseño, Acabado y Revestido y verificar si las herramientas de Kanban y Jidoka son adecuadas para ser aplicadas en estos procesos.

- Es fundamental capacitar al personal en las técnicas de Lean Manufacturing propuestas para que puedan aplicarlas de manera efectiva en el proceso de producción, para ello, se sugiere realizar capacitaciones periódicas y brindar acceso a recursos de aprendizaje como manuales y videos, esto garantizará que el personal cuente con las habilidades necesarias para optimizar el proceso de producción, también resulta necesario fomentar una cultura de mejora continua en la empresa para asegurarse de que los procesos de producción sigan mejorando con el tiempo.

Bibliografía

- Alcántara, V. (2022, septiembre 13). *Retos y oportunidades al implementar manufactura lean*. <https://www.plastico.com/es/noticias/retos-y-oportunidades-al-implementar-manufactura-lean>
- Álvarez, K., Aldas, D., & John, R. (2017). *Towards Lean Manufacturing from Theory of Constraints: A Case Study in Footwear Industry*. 1-8.
<https://doi.org/10.1109/ICIMSA.2017.7985615>
- Andreu, I. (2023, febrero 22). *Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?* <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/#:~:text=La%20filosof%C3%ADa%20Lean%20Manufacturing%2C%20tambi%C3%A9n,al%20proceso%20ni%20al%20cliente.>
- CEUPE Magazine. (2018, mayo 9). *¿Cómo implementar el Lean Manufacturing?*
<https://www.ceupe.com/blog/como-implementar-el-lean-manufacturing.htm>
- Cevallos Maldonado, M. F. (2020). *Propuesta de un modelo de mejora continua de los procesos en el área de producción de una metalmecánica aplicando herramientas lean*. [Udla].
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12119/1/UDLA-EC-TIPI-2020-07.pdf>
- Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., & Emek, C. (2018, junio 10). *Lean Manufacturing: Trends and Implementation Issues*. 130-143.
- Manoj, K., Rahul, V., & Parag. (2018). *Real-Time Monitoring System to Lean Manufacturing*. 20, 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.019>
- Salazar López, B. (2019, junio 26). *Cálculo del número de observaciones*.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>

Anexos

Anexo 1 Registro de tiempos de las actividades generales del proceso

[Confiabilidad de tiempo.xlsx](#)

Actividades	Observaciones					Promedio	1	2	3	4	5	Sumatoria	Desviación típica de la curva	Mínimo de muestras
	1	2	3	4	5		$(x-x')^2$							
Transportar los materiales desde el almacén hacia el área de diseño	30	29,5	30	32,5	28	30	0,00	0,25	0,00	6,25	4,00	10,50	1,45	4
Preparación de los equipos y materiales	85	96	87	95	87	90	25,00	36,00	9,00	25,00	9,00	104,00	4,56	4
Diseño de publicidad en computadora	90	99,45	105	99,6	101,5	99,11	82,99	0,12	34,69	0,24	5,71	123,75	4,97	4
Selección del tipo y dimensiones del material a utilizar	65,5	61,5	71,35	68	64	66,07	0,32	20,88	27,88	3,72	4,28	57,10	3,38	4
Impresión del plano de la valla	15,5	14,3	15,3	16,2	14	15,06	0,19	0,58	0,06	1,30	1,12	3,25	0,81	5
Transportar al área de corte	12	11,5	12,5	11,3	12,7	12	0,00	0,25	0,25	0,49	0,49	1,48	0,54	3
Corte de piezas de la estructura	212,3	228,4	235,3	233,55	211,5	224,21	141,85	17,56	122,99	87,24	161,54	531,17	10,31	3
Transporte de piezas cortadas al área de ensamblado	16,8	16,6	14,8	15,8	16	16	0,64	0,36	1,44	0,04	0,00	2,48	0,70	3
Unión de piezas	125	133	120,45	115,6	127,5	124,31	0,48	75,52	14,90	75,86	10,18	176,93	5,95	4
Transporte de la estructura al área de acabado	16,4	17	16,7	16,3	18,6	17	0,36	0,00	0,09	0,49	2,56	3,50	0,84	4
Lijado de la estructura	23,3	21,5	20,3	19,7	21,4	21,24	4,24	0,07	0,88	2,37	0,03	7,59	1,23	5
Pintado de la estructura	35,6	34,4	32,85	33,6	37,5	34,79	0,66	0,15	3,76	1,42	7,34	13,33	1,63	4
Secado de pintura	190,5	188,3	175,5	167,2	178,5	180	110,25	68,89	20,25	163,84	2,25	365,48	8,55	4
Transporte de la estructura acabada al área de revestido	14,3	14	15	13,2	13,5	14	0,09	0,00	1,00	0,64	0,25	1,98	0,63	3
Impresión del diseño de publicidad	24,3	25,5	22	24,8	24	24,12	0,03	1,90	4,49	0,46	0,01	6,91	1,18	4
Colocación de la publicidad en la estructura	37,3	34,3	32,2	34,55	33,3	34,33	8,82	0,00	4,54	0,05	1,06	14,47	1,70	4
Almacenamiento de valla publicitaria	20	17,8	18	20	19,2	19	1,00	1,44	1,00	1,00	0,04	4,48	0,95	4

Anexo 2 Manual 5s

[Manual 5s.docx](#)



Universidad
Indoamérica

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S EN UNA EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS

2023

EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS: ÁREA DE PRODUCCIÓN	
MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S	
Versión: 1.0	Pág: 1/11

INTRODUCCIÓN

El principal enfoque de este documento es lograr mejorar la eficiencia, la productividad y la seguridad en el lugar de trabajo mediante la implementación de la metodología la gestión de la calidad que consiste en cinco pasos o eses: clasificación (seiri), organización (seiton), limpieza (seiso), estandarización (seiketsu) y disciplina (shitsuke).

OBJETIVO DEL MANUAL

Contar con un documento que proporcione a los colaboradores de la organización los lineamientos, pasos y actividades que deben seguir para dar cumplimiento a la metodología 5s.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ana Paula Almeida	MSc. Hernán Espejo	Jefe de producción de la empresa

PASOS METODOLOGÍA 5S

EMPRESA DE VALLAS PUBLICITARIAS: ÁREA DE PRODUCCIÓN	
MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S	
Versión: 1.0	Pág: 3/11

Propósito de cada paso

Clasificación: Eliminar elementos innecesarios en el lugar de trabajo y la organización de los elementos restantes.

Organización: Asignar un lugar específico para cada elemento clasificado, con el objetivo de reducir la pérdida de tiempo al buscar objetos.

Limpieza: Realizar una limpieza profunda y constante del espacio de trabajo, incluyendo las máquinas y equipos.

Estandarización: Crear procedimientos y rutinas para mantener la organización y limpieza constante del espacio de trabajo.

Mantener y seguir mejorando: Adoptar los cambios y procedimientos como un hábito constante en el lugar de trabajo.

Alcance

Estos pasos están dirigidos hacia todos los colaboradores del área de producción de la empresa de vallas publicitarias.

Referencia

Empresa de vallas publicitarias de la ciudad de Quito.

Responsabilidades

Alta Gerencia: Brindar los recursos y financiamiento necesarios para la implementación de este manual.

Jefe de producción: Transmitir e inspeccionar las actividades 5s a los operarios del área.

Operarios: Implementar las actividades 5s en su área de trabajo.

Definiciones

Seiri (Clasificación): se refiere a la identificación y eliminación de los elementos innecesarios en el área de trabajo, como herramientas rotas, materiales obsoletos o desorden.

Seiton (Orden): implica organizar los elementos necesarios de una manera eficiente y accesible, lo que permite minimizar el tiempo de búsqueda de elementos y reducir los errores.

Seiso (Limpieza): significa mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado, lo que puede mejorar la seguridad, la eficiencia y la moral de los empleados.

Seiketsu (Estandarización): se refiere a la creación y aplicación de normas y procedimientos para mantener la organización y la limpieza a lo largo del tiempo, evitando así la "recaída" en el desorden y la suciedad.

Shitsuke (Mantener y seguir mejorando): implica crear una cultura de compromiso y disciplina en la que los empleados se responsabilizan de mantener los estándares de organización y limpieza, y se comprometen a mejorar continuamente los procesos.

Descripción de actividades

Clasificación:

- Realizar una lista de las herramientas, materiales o equipos necesarios para las actividades que se desarrollan en el día.
- Deshacerse de las herramientas, materiales o equipo innecesarios: rotos, no identificados, que no son utilizados nunca.
- Colocar las herramientas, materiales o equipos en cada área de trabajo correspondiente
- Definir las herramientas, materiales o equipos que se utilizan con mayor frecuencia

Organización:

- Designar las herramientas, materiales o equipos a cada colaborador según la función que realice el mismo.
- Colocar las herramientas, materiales o equipos que se utilicen con mayor frecuencia en un espacio cercano, visible y accesible del área de trabajo
- Organizar las herramientas, materiales o equipos según su funcionalidad.

Limpieza:

- Cumplir un plan de limpieza diario

Estandarización:

- Realizar inspecciones semanales en las que se verifique el cumplimiento de las 3s anteriores: Clasificar, Organizar y Limpiar

Mantener y seguir mejorando:

- Programar reuniones semanales para que los colaboradores propongan ideas o planes de mejora
- Establecer los indicadores adecuados para que los colaboradores estén al tanto de la situación actual
- Colocar los indicadores en un espacio visible para todas las personas de la organización.

Herramientas para el cumplimiento de actividades

Clasificación: se propuso un formato para que cada colaborador realice una lista de sus herramientas, materiales o equipos con los que cuentan en su área de trabajo, en la columna "Utilidad" se describe la función que cumple cada elemento en el área de producción, en la columna "Frecuencia de uso" se indica la frecuencia con la que se utiliza cada elemento, lo cual ayudará a determinar su importancia en el área de trabajo, en la columna "Estado actual" se describe el estado en que se encuentra cada elemento, lo que ayudará a tomar decisiones respecto a su clasificación, finalmente en la columna "Clasificación" se determina si el elemento es necesario y debe ser conservado, si es necesario, pero debe ser organizado o reubicado, o si no es necesario y debe ser descartado.

Item	Utilidad	Frecuencia de uso	Estado actual	Clasificación
Herramienta 1	Cortar materiales	Muchas veces al día	Oxidado y desafilado	No necesario
Herramienta 2	Medir dimensiones	Varias veces por semana	Buen estado	Conservar
Herramienta 3	Atornillar	Algunas veces al día	Extraviada	Reubicar
Material 1	Tornillos	Muchas veces al día	Desordenado	Organizar
Material 2	Pintura	Algunas veces al año	Caducado	Descartar
Equipo 1	Sierra eléctrica	Algunas veces al día	Necesita mantenimiento	Reparar
Equipo 2	Impresora	No se usa, pero podría usarse	Desgastada	Sustituir

Organización: se ha propuesto un lugar de disposición para cada una de las herramientas, materiales o equipos definidos anteriormente, en el caso de que las mismas se utilicen muchas veces al día se deben colocar tan cerca como sea posible, si son utilizadas varias veces al día se deben colocar cerca del colaborador, si son utilizadas varias veces por semana se deben colocar cerca del área de trabajo, si son utilizadas algunas veces al mes se deben colocar en áreas comunes, si son utilizadas algunas veces al año se deben colocar en el almacén o en archivos, finalmente si no son utilizadas pero podrían usarse alguna vez se deben guardar con una etiqueta en archivo muerto o en algún espacio dedicado para este fin.

Frecuencia de uso	Disposición
Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible
Algunas veces al día	Colocar cerca del colaborador
Varias veces por semana	Colocar cerca del área de trabajo
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
Algunas veces al año	Colocar en almacén o en archivos
No se usa, pero podría usarse	Guardar etiquetado en archivo muerto o en un espacio dedicado a eso

Limpieza: se ha desarrollado un plan de limpieza para los pisos, paredes, ventanas, máquinas, mesas de trabajo y herramientas.

PLAN DE LIMPIEZA DIARIO 5S		
ÁREA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Pisos	Verificar que todos los artículos se encuentren en los lugares correspondientes, retirar los objetos que obstruyan el paso, recoger los desperdicios encontrados en el área, barrer y trapear.	Todos los colaboradores
Paredes y ventanas	Limpiar con un trapo o mopa húmeda todas las paredes y ventanas del área.	Todos los colaboradores
Máquinas	Retirar los desperdicios acumulados que puedan existir en las máquinas, limpiar el polvo o suciedad con un trapo húmedo y verificar las máquinas que necesiten mantenimiento y reportar.	Todos los colaboradores
Mesas de trabajo	Verificar que los artículos se encuentren en el lugar respectivo, limpiar el polvo o suciedad con un trapo húmedo.	Todos los colaboradores
Herramientas	Verificar que los artículos se encuentren en su lugar asignado, limpios y en buen estado. Retirar el polvo y suciedad con un trapo húmedo.	Todos los colaboradores

Estandarización: Para que se lleve a cabo la estandarización, es decir, que se verifique el cumplimiento de los pasos de clasificación, organización y limpieza se ha propuesto una lista de verificación, la misma debe realizarla el jefe de área cada semana, en el caso de que la actividad se cumpla se colocará un visto en el apartado Sí, caso contrario, se colocará en No y se deberá colocar una nota en el

apartado de observaciones especificando las razones por las cuales no se cumple la actividad o los aspectos en los que se debería mejorar esta.

Lista de verificación de actividades	Cumplimiento		Observaciones
	Sí	No	
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos son los que necesita usar diariamente en sus actividades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las herramientas, materiales y equipos se encuentran en los lugares correspondientes, no existen elementos que obstruyan el paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Los pisos, ventanas y paredes se encuentran limpios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las herramientas, materiales y equipos se encuentran limpios, sin polvo ni suciedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Mantener y seguir mejorando: se ha propuesto indicadores de cumplimiento y un plan de acción en el que se desarrollarán actividades por cada uno de los objetivos y fechas de cumplimiento.

A continuación, se encuentra un ejemplo del funcionamiento del indicador propuesto, es una lista de verificación de actividades con una barra de avance de progreso, es decir, en el caso de que las actividades de la lista sean cumplidos se debe marcar el cuadro de verificación en el apartado “Sí” y la barra de avance de progreso avanzará y marcará porcentaje de cumplimiento actual. En el Anexo se

encuentra el enlace al archivo de los indicadores propuestos y unos ejemplos del funcionamiento de los indicadores.

Lista de verificación de actividades	Cumplimiento		Lista de verificación de actividades	Cumplimiento	
	Sí	No		Sí	No
AVANCE DE PROGRESO	0,00%		AVANCE DE PROGRESO	66,67%	
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIÓN	RESPONSABLE	PRIORIDAD	ESTADO	INICIO	FINAL
Objetivo n.º 1: Clasificar					

Realizar una lista de las herramientas, materiales o equipos necesarios para las actividades que se desarrollan en el día	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	1/5/2023	5/5/2023
Deshacerse de las herramientas, materiales o equipo innecesarios: rotos, no identificados, que no son utilizados nunca.	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	8/5/2023	12/5/2023
Colocar las herramientas, materiales o equipos en cada área de trabajo correspondiente	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	15/5/2023	19/5/2023
Definir las herramientas, materiales o equipos que se utilizan con mayor frecuencia	Todos los colaboradores de área	MEDIA	NO EMPEZADO	22/5/2023	26/5/2023

Objetivo n. ° 2: Organizar

Designar las herramientas, materiales o equipos a cada colaborador según la función que realice el mismo.	Todos los colaboradores de área	MEDIA	NO EMPEZADO	29/5/2023	2/6/2023
---	---------------------------------	-------	-------------	-----------	----------

Colocar las herramientas, materiales o equipos que se utilicen con mayor frecuencia en un espacio cercano, visible y accesible del área de trabajo	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	5/6/2023	9/6/2023
--	---------------------------------	------	-------------	----------	----------

Organizar las herramientas, materiales o equipos según su funcionalidad	Todos los colaboradores de área	MEDIA	NO EMPEZADO	12/6/2023	16/6/2023
---	---------------------------------	-------	-------------	-----------	-----------

Objetivo n. ° 3: Limpiar

Cumplir un plan de limpieza diario	Todos los colaboradores de área	ALTA	NO EMPEZADO	19/6/2023	-
------------------------------------	---------------------------------	------	-------------	-----------	---

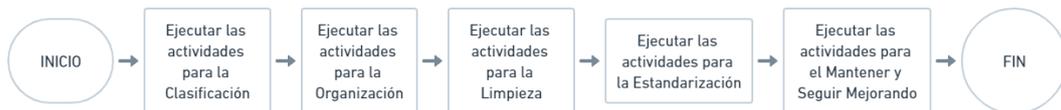
Objetivo n. ° 4: Estandarizar

Realizar inspecciones semanales en las que se verifique el cumplimiento de las 3s anteriores: Clasificar, Organizar y Limpiar	Jefe de área	ALTA	NO EMPEZADO	26/6/2023	-
--	--------------	------	-------------	-----------	---

Objetivo n. ° 5: Mantener y seguir mejorando

Programar reuniones semanales para que los colaboradores propongan ideas o planes de mejora	Jefe de área	MEDIA	NO EMPEZADO	3/7/2023	7/7/2023
Establecer los indicadores adecuados para que los colaboradores estén al tanto de la situación actual	Jefe de área	MEDIA	NO EMPEZADO	10/7/2023	14/7/2023
Colocar los indicadores en un espacio visible para todas las personas de la organización	Jefe de área	MEDIA	NO EMPEZADO	17/7/2023	21/7/2023

Diagrama de flujo



ANEXOS DEL MANUAL

Anexo 1 Indicadores de cumplimiento

[KPI.xlsx](#)

INDICADORES DE CUMPLIMIENTO			INDICADORES DE CUMPLIMIENTO		
Lista de verificación de actividades	Cumplimiento		Lista de verificación de actividades	Cumplimiento	
	Sí	No		Sí	No
AVANCE DE PROGRESO EN CLASIFICACIÓN			AVANCE DE PROGRESO EN CLASIFICACIÓN		
0,00%			100,00%		
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos son los que necesita usar diariamente en sus actividades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos son los que necesita usar diariamente en sus actividades	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INDICADORES DE CUMPLIMIENTO			INDICADORES DE CUMPLIMIENTO		
Lista de verificación de actividades	Cumplimiento		Lista de verificación de actividades	Cumplimiento	
	Sí	No		Sí	No
AVANCE DE PROGRESO EN ORGANIZACIÓN			AVANCE DE PROGRESO EN ORGANIZACIÓN		
0,00%			33,33%		
En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales y equipos se encuentran asignadas para cada colaborador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo se encuentran las herramientas, materiales y equipos colocadas en espacios según su frecuencia de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En su área de trabajo las herramientas, materiales o equipos se encuentran clasificadas por grupos según su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

AVANCE DE PROGRESO EN LIMPIEZA			AVANCE DE PROGRESO EN LIMPIEZA		
0,00%			66,67%		
Las herramientas, materiales y equipos se encuentran en los lugares correspondientes, no existen elementos que obstruyan el paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Las herramientas, materiales y equipos se encuentran en los lugares correspondientes, no existen elementos que obstruyan el paso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los pisos, ventanas y paredes se encuentran limpios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los pisos, ventanas y paredes se encuentran limpios	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las herramientas, materiales y equipos se encuentran limpios, sin polvo ni suciedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Las herramientas, materiales y equipos se encuentran limpios, sin polvo ni suciedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 3 Costos de productos para la implementación

 <p>\$25 Mini Projector Led</p>	 <p>\$180</p>	 <p>\$10</p>	 <p>\$15 Juego De Escoba giratoria con palo de basura grueso con mango largo</p>	 <p>\$36 Pizarras de tiza líquida</p>
 <p>\$5 DESINFECTANTE</p>	 <p>\$5 Fundas de basura color Negro</p>	 <p>US\$98⁰⁰</p>	 <p>Notas superadhesivas de Post-it, 3 x 3 pulgadas, Azul Electric 4.8 ★★★★★ (229) US\$ 1⁰⁰ (US\$2.26/Count)</p>	

Anexo 4 Análisis de costos

[Análisis de costos.xlsx](#)

RUBRO/EMPLEADO	Gerente	Jefe	Operario	Presentador	TOTAL
Salario Mínimo Vital (2023)	450,0	450,0	450,0	450,0	
Sueldo	3000,0	1200,0	450,0	800,0	7200,0
IESS Patronal (11,35%)	340,5	136,2	51,1	90,8	817,2
13	250,0	100,0	37,5	66,7	600,0
14	37,5	37,5	37,5	37,5	112,5
FR	250,0	100,0	37,5	66,7	600,0
Vacaciones	125,0	50,0	18,8	33,3	300,0
Desahucio	62,5	25,0	9,4	16,7	150,0
TRANSPORTE					0,0
Total Mensual	4065,5	1648,7	641,7	1111,6	9779,7
Incremento	35,52%	37,39%	42,60%	38,95%	
Personal	1,0	1,0	16,0	1,0	
Total	4065,5	1648,7	10267,2	1111,6	17910,7
Horas mes	160	160	160	160	
Costo Minuto	0,423	0,172	0,067	0,116	
Costo Hora	25,409	10,304	4,011	6,948	
Costo hora extra 50%	38,114	15,457	6,016	10,422	
Costo hora extra 100%	50,819	20,609	8,021	13,895	